



ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

83

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 83



ЛЕНИНГРАД
„НАУКА“
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1989

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

Biology of Inland Waters
Information Bulletin
N 83

УДК 574.5 (28)

Бюллетень содержит серию кратких сообщений о результатах работ по морфологии, биологии, физиологии и экологии гидробионтов разных систематических групп, а также о новых методах гидробиологических исследований. Рассчитан на широкий круг специалистов различных отраслей гидробиологической науки, а также преподавателей и студентов биологических факультетов высших учебных заведений.

О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р
В.М. ВОЛОДИН

Р е ц е н з е н т ы
В.Р. МИКРЯКОВ, М.И. ШАТУНОВСКИЙ

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ
ИЗДАТЕЛЬСКИХ БИД им. И.Д. Папанкина
АН СССР
БИБЛИОТЕКА
Д. № 366547

Б 1903040100 - 579
055(02) - 89 483 - 89



Издательство „Наука“, 1989 г.

УДК 579.832.6

О.М. Кожова, Н.В. Дутова

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОФЛОРЫ ОБРАСТАНИЙ (ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)

В р. Ангаре на различном расстоянии от источника сброса промышленных сточных вод в зоне выклинивания подпора (осенью) и в Балаганском расширении Братского водохранилища (летом и осенью) мы исследовали бактериальные обрастания на электронно-микроскопических сеточках (ЭМС). Нами установлено, что эти районы отличались по разнообразию бактериопланктона.

ЭМС диаметром 3 мм, прикрепленные коллодиевой пленкой к предметному стеклу, помещали в заполненные водой широкогорлые склянки объемом 250 мл, которые затем открытыми погружали в водоем на заданную глубину. Время экспозиции — 3 сут. Высушенные ЭМС напыляли хромом и просматривали под электронным микроскопом JEM-100S. При этом анализировали такую площадь ЭМС, где встречалось около 30 клеток бактерий. Доминантными считали формы, составляющие 50 % и более просмотренных клеток.

При изучении бактериопланктона на основании морфологии клеток, их размеров, наличия выростов мы выделяли несколько групп. Эти же признаки использовали при рассмотрении состава форм на ЭМС, на которых обнаружены прямые и изогнутые палочки разного размера со жгутиками и без них, кокковидные, мелкие и крупные вибрионы, стебельковые рода *Caulobacter* с длинным стебельком, а также разнообразные несегментированные нитевидные и типичные нитчатые формы.

На фоновом участке реки доминировали в основном изогнутые крупные палочковидные формы со жгутиком (рис. 1, а). Часто встречались и мелкие вибрионы длиной 0.3 мкм (рис. 1, б). В сточной воде доминировали иные формы — преимущественно стебельковые рода *Caulobacter* с длинным стебельком (рис. 2, а) и палочковидные, в том числе прямые крупные (рис. 2, б). Реже встречались кокки диаметром 1 мкм (рис. 2, в), крупные вибрионы (рис. 2, г) и типичные нитчатые (рис. 2, д).

У левого берега в 0.5 км ниже сброса сточных вод доминировали такие же стебельковые и палочковидные формы, как

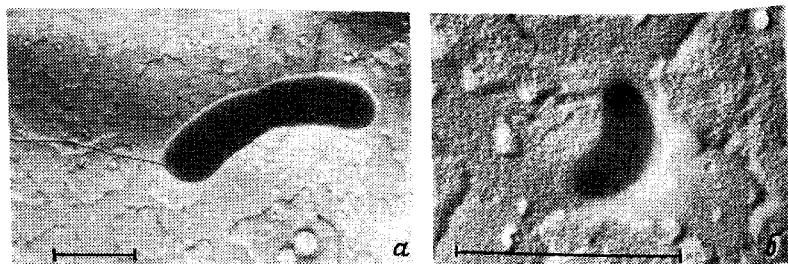


Рис. 1. Состав доминантных форм фонового участка р. Ангары. Масштаб на рис. 1-4 соответствует 1 мкм. Объяснения к рис. 1-4 в тексте.

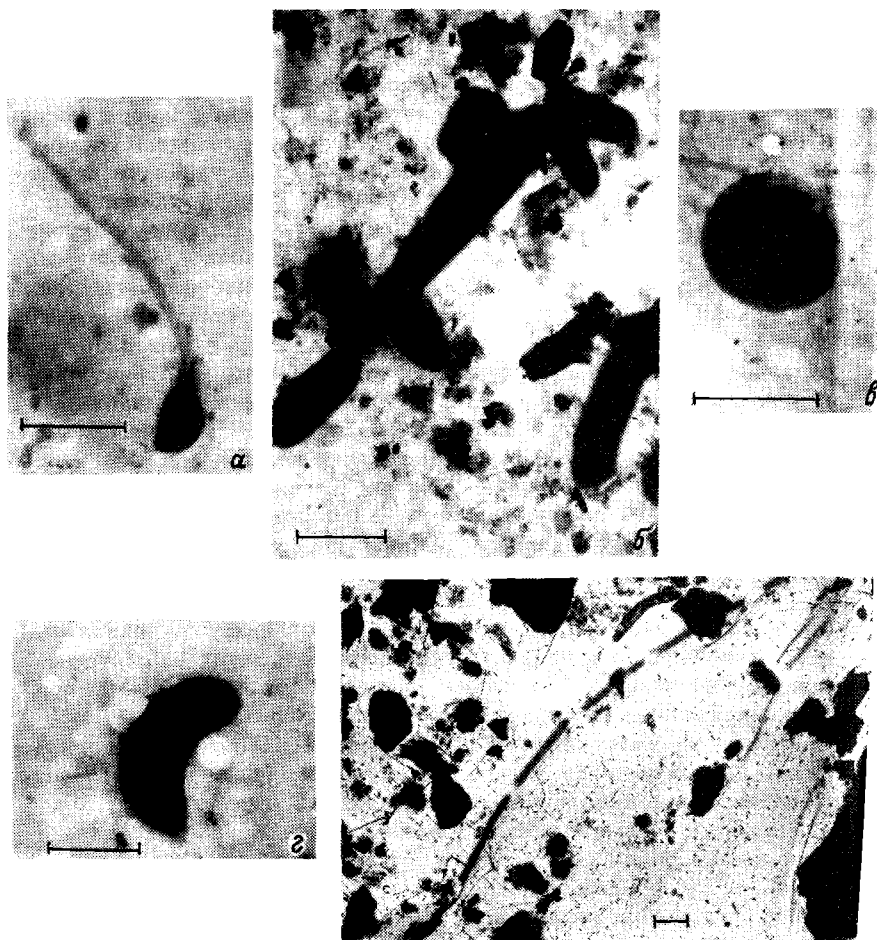


Рис. 2. Состав доминантных (а, б) и дополнительных (в, г, д) форм в промышленных сточных водах.

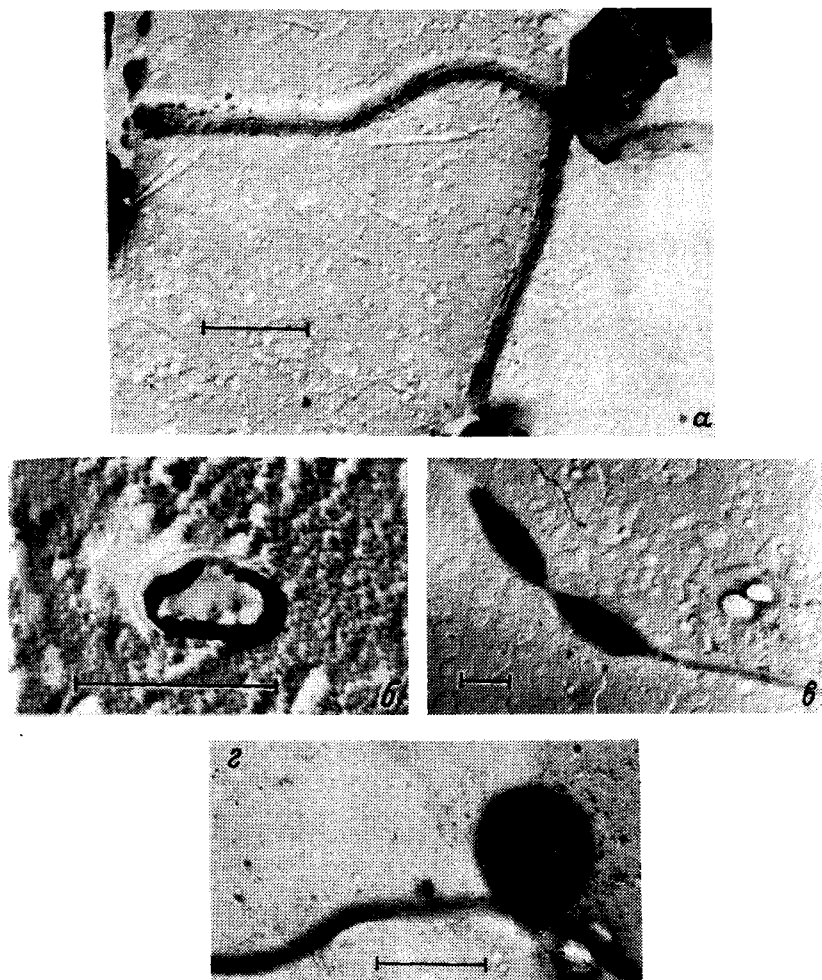


Рис. 3. Состав дополнительных форм в 0.5 км (а, б), в 1.5-2.5 км (в) ниже сброса промышленных сточных вод и на правобережной станции (г).

и в сточных водах. Встречались изогнутые длинные не сегментированные нити (рис. 3, а) и нитевидные не сегментированные клетки бактерий в виде кольца (рис. 3, б). В 1.5-2.5 км ниже сброса бактериопланктон был представлен в основном такими же палочковидными (часть из которых с электронно-плотными включениями) и нитевидными формами, а также стебельковыми рода *Caulobacter* с длинным стебельком (рис. 3, в), но отличающимися от таковых в сточных водах. В 5 км от сброса сточных вод найдены в основном палочки, кокки, реже

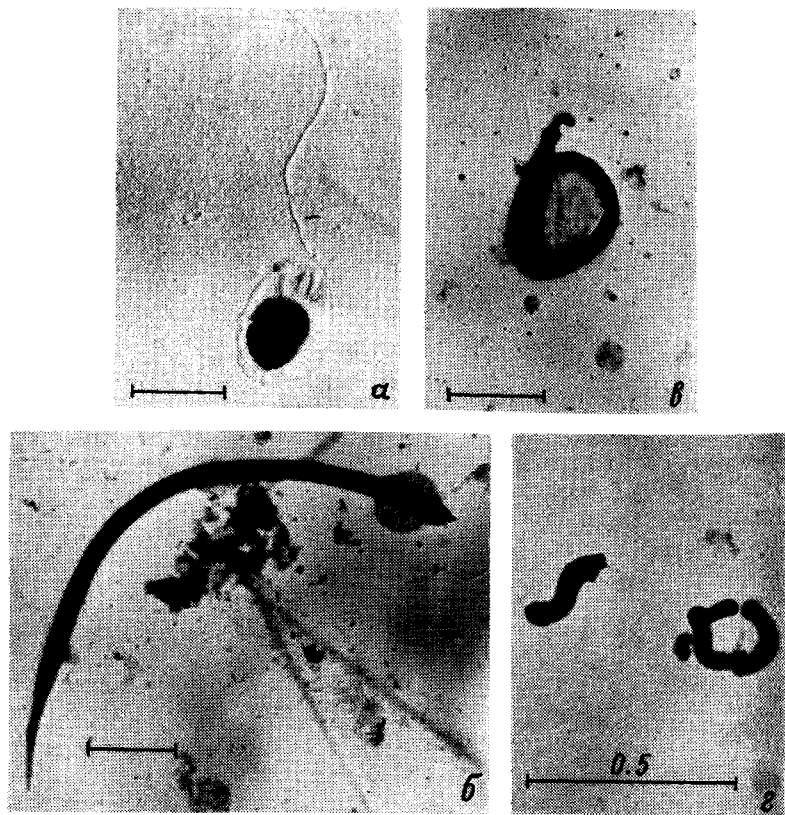


Рис. 4. Формы, обнаруженные в Балаганском расширении Братского водохранилища.

встречались мелкие и крупные вибрионы. Стебельковые бактерии здесь очень редки.

На правобережной станции, расположенной также ниже сброса сточных вод, подавляющая часть микроорганизмов была представлена разнообразными прямыми палочковидными клетками с несегментированными нитевидными формами с заостренным концом – вероятно, скользящими бактериями (рис. 3, г). Такие нитевидные бактерии обнаружены только на ЭМС, в планктоне их не было.

В зоне выклинивания подпора р. Ангары доминировали нитевидные изогнутые скользящие формы и стебельковые рода *Caulobacter* бактериовидного типа. В водохранилище летом в условиях температурной стратификации в поверхностном горизонте преобладали крупные прямые палочковидные клетки и овальные со жгутиком (рис. 4, а). Кроме них встречались палочковидные клетки с большим количеством газовых вакуолей

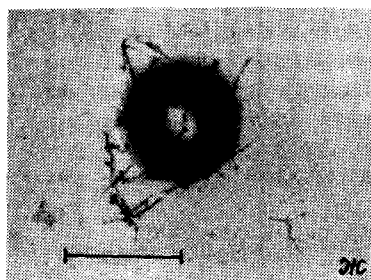
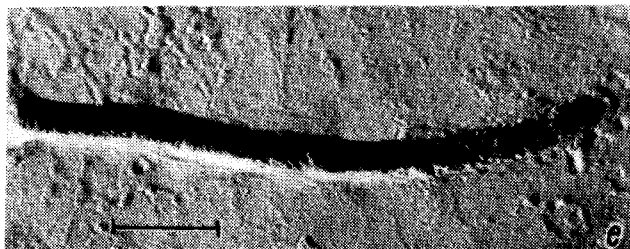
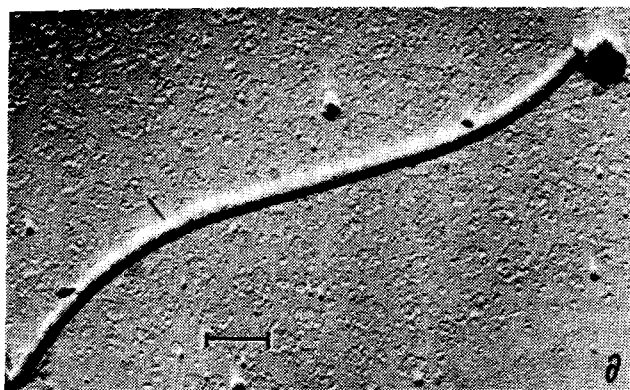


Рис. 4 (продолжение)

крупные кокки диаметром 1 мкм и крупные вибрионы. В слое температурного скачка на частицах детрита обнаружены преимущественно нитевидные несегментированные изогнутые бактерии с заостренными концами – вероятно, тоже скользящие бактерии (рис. 4, б), но отличающиеся от нитевидных форм, обнаруженных ниже сброса сточных вод. Довольно часто встречались нитевидные бактерии в виде кольца (рис. 4, в). В гипolimнионе доминировали длинностебельковые *Caulobacter*, типичные нитчатые бактерии, мелкие извитые клетки (рис. 4, г), очень мелкие (0.25–1 мкм) нитевидные формы. Осенью в составе гипolimниона часто встречались скользящие нитевидные клетки двух типов – длинные изогнутые размером 13–15 x 0.25 мкм

(рис. 4, д) и толстые более короткие с закругленными концами размером 6.0–6.8 x 0.4 мкм (рис. 4, е), а также бактерии рода *Microcyclops* диаметром 1.3 мкм (рис. 4, ж).

В составе обрастаний на ЭМС присутствовали как формы, обнаруженные при исследованиях методом отстаивания, так и специфичные для ЭМС, различные по морфологии несегментированные скользкие нитевидные. Однако состав бактерий на ЭМС менее разнообразен, чем в планктоне.

Для промышленных сточных вод и районов их влияния характерно доминирование стебельковых бактерий, численность которых уменьшается в 5 км ниже сброса и снова возрастает в зоне выклинивания подпора и гипolimнионе водохранилища. Нитевидные несегментированные изогнутые скользкие бактерии особенно характерны для споя термоклина и для гипolimниона Братского водохранилища в осенний период.

Институт экологической токсикологии

УДК 574.583 (28) : 581

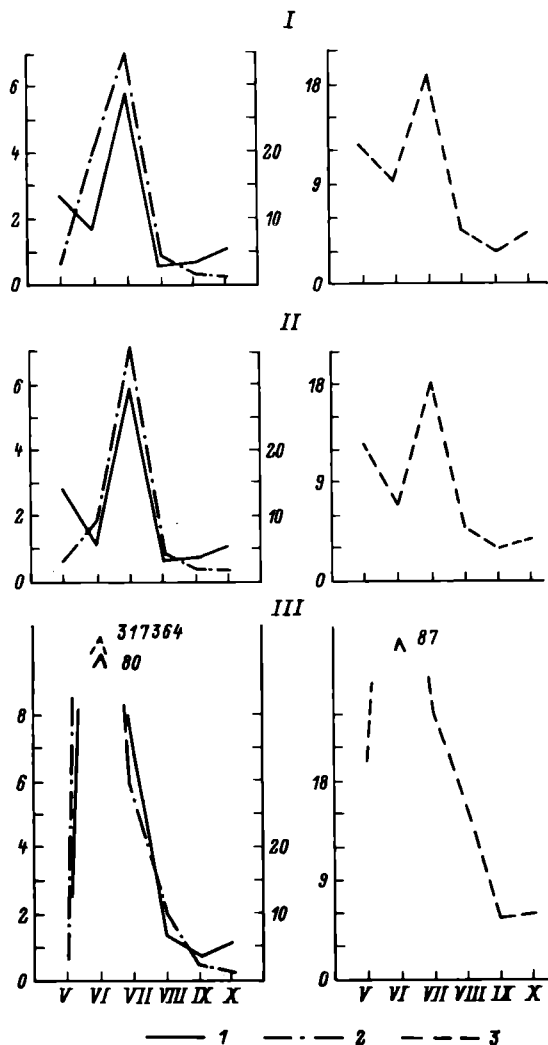
О.А. Л я ш е н к о

ФИТОПЛАНКТОН И СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА „А“ В УГЛИЧСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Современное состояние фитопланктона (ФП) Угличского водохранилища мы начали изучать в 1985 г. [4]. В настоящем сообщении приводятся данные за 1986 г. Для уточнения трофического статуса водоема они дополнены сведениями по хлорофиллу „а“ (Хл_а).

Пробы воды отбирали ежемесячно с мая по октябрь на 4 русловых (интегрально с горизонтов 0–2 м и от 2 м до дна) и 3 станциях в прибрежье. Численность и биомассу ФП определяли по принятой методике [1]. Пигменты анализировали параллельно стандартным спектрофотометрическим методом [7]. Концентрацию Хл_а вычисляли по формуле Джеффри и Хамфри [6]. Данные для русловых станций приведены как средневзвешенные для всего столба воды. Средние показатели для водоема в каждый срок и за весь период наблюдений рассчитаны с учетом уровня водохранилища во время отбора проб [5], принимая, что площадь участков с глубиной до 1 м составляет около 20 % и в течение безледного периода практически не меняется [2].

Результаты исследования (см. рисунок) показали, что состав, численность и биомасса ФП, а также содержание Хл_а в течение сезона изменялись. В мае по всему водоему доминировали диатомовые водоросли, среди которых преобладала *Stephanodiscus hantzschii* Grun., составляя 22–63 % от



Сезонная динамика биомассы (1, мг/л), численности (2, тыс. кл./л) и хлорофилла „а“ (3, мкг/л) в водохранилище.

I - весь водоем, II - русло, III - мелководье.

общей биомассы. Наравне с ней в районе р. Дубны вегетировали *Melosira italica* subsp. *subarctica* O. Mull. и *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag. Указанные виды, а также *Stephanodiscus minutulus* Round, *Asterionella formosa* Hass, *Melosira islandica* O. Mull. составляли основу весеннего комплекса диатомей. Кроме них в планктоне встре-

Средние показатели фитопланктона и хлорофилла „а“
в водохранилище

| Станции | Численность, млн кл./л | | | Биомасса, мг/л | | | Хлорс филл „а“ мкг/л |
|--------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------------------|
| | общая | диато- мовых | сине- зеле- ных | общая | диато- мовых | сине- зеле- ных | |
| Русловые | | | | | | | |
| у Грехова ручья | 7.43 | 2.14 | 4.96 | 1.25 | 0.88 | 0.33 | 5.87 |
| у с. Красного | 1.53 | 2.50 | 8.08 | 1.65 | 1.21 | 0.39 | 6.14 |
| у р. Нерль | 5.56 | 2.15 | 2.32 | 1.62 | 1.25 | 0.13 | 9.65 |
| у р. Дубны | 10.70 | 4.29 | 5.02 | 2.67 | 1.97 | 0.28 | 10.24 |
| Среднее | 10.58 | 2.97 | 6.65 | 1.99 | 1.39 | 0.38 | 8.56 |
| Мелководные | | | | | | | |
| у с. Красного | 231.53 | 1.85 | 226.72 | 15.63 | 1.25 | 13.93 | 72.31 |
| у р. Нерль | 6.81 | 1.91 | 3.19 | 2.40 | 1.16 | 0.31 | 10.33 |
| у р. Медведицы | 7.05 | 1.98 | 2.98 | 2.46 | 1.42 | 0.31 | 12.38 |
| Среднее | 8.18 | 1.91 | 77.63 | 6.83 | 1.27 | 4.85 | 31.67 |
| Все водохранилище | 12.76 | 2.82 | 8.47 | 2.10 | 1.38 | 0.51 | 9.21 |

чались немногочисленные зеленые водоросли. Биомасса ФП в это время колебалась от 1.7 до 3.1 мг/л, численность – от 2 до 3.4 млн кл./л, концентрация Хл_а – от 8 до 14.8 мкг/л.

В середине июня общая биомасса ФП уменьшилась до 0.4–2.2 мг/л. В нижней части водохранилища в заметном количестве развилась синезеленые водоросли. Так, на русле близ с. Красного их биомасса для всего столба воды составила 0, а в слое 0–2 м – 2.4 мг/л. В основном это были *Microcystis aeruginosa* Kutz. emend. Elenk., *Anabaena schereetievi* Elenk., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. В том же составе синезеленые обильно вегетировали у берега составляя 99 % всей биомассы. Последняя равнялась 59.8 мг/л а концентрация Хл_а – 252.9 мкг/л. Это наиболее высокие из отмеченных в водохранилище величин. На других мелководных станциях биомасса синезеленых не превышала 0.35 мг/л (52% от общей). Здесь большим видовым разнообразием (до 34 таксонов) отличались зеленые водоросли.

В июле на всех русловых станциях по биомассе преобладали диатомовые водоросли. Синезеленые в ощутимых количествах (более 1 мг/л) зарегистрированы только в районе Угличской плотины. Самой многочисленной среди диатомовых (до 92 %, там же) оказалась *Skeletonema subsalsum* (A.Ch.) Bethge. Возле устья р. Дубны заметны были также *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs. и *Melosira italica* subsp. *subarctica*. Здесь отмечены максимальные для русловых станций концентрация Хл_а (22.8 мкг/л) и биомасса ФП (7.9 мг/л). На двух прибрежных станциях доминировали зеленые водоросли. В районе р. Нерль на долю представителей рода *Chlamidomonas*

nas Ehr. приходилось 75 % суммарной биомассы, равнявшейся 3.2 мг/л.

В августе численность планктонных водорослей в водохранилище сократилась до 2.1–6.6 млн кл./л, а содержание Хл_a уменьшилось до 3.1–7.6 мкг/л. Диатомовые доминировали по всему водоему. По-прежнему выделялась *Skeletonema subsalsum* – 0.25–1.12 мг/л. Зеленые и синезеленые составляли незначительную часть растительного планктона. Сложившийся в августе видовой комплекс планктонных водорослей сохранялся в водохранилище до конца наблюдений, менялись только его количественные показатели.

По средним за сезон показателям численности и биомассы ФП, а также содержанию Хл_a мелководные и русловые станции существенно не различались (см. таблицу). Исключение составила прибрежная станция близ с. Красного, где однажды наблюдалось массовое развитие синезеленых. Среди русловых наиболее богатой была станция у р. Дубны.

Сопоставление средних по водоему величин в каждый срок и за весь период наблюдений с аналогичными данными для мелководий и русла показывает, что в целом по водохранилищу они наиболее близки к показателям русловых станций. Незначительное влияние на них результатов определений на прибрежных станциях связано с малой долей мелководных участков в общем объеме водохранилища. Средние за период наблюдений биомасса ФП и концентрация Хл_a характеризуют Угличское водохранилище как водоем мезотрофного типа [3].

Таким образом, в 1986 г. пик вегетации планктонных водорослей наблюдался летом. Сезонная динамика содержания Хл_a совпадала с таковой ФП. Уровень развития ФП и концентрация Хл_a в Угличском водохранилище могут быть оценены по данным русловых станций.

Л и т е р а т у р а

1. 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.
2. Е ф и м о в а Т.А. Угличское водохранилище // Водохранилища Волжско-Камского каскада и их рыбохозяйственное значение. Л., 1975.
3. К и т а е в С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и „шкалах трофностей“ озер разных природных зон // У съезд ВГБО, Тольятти, 1986: Тез. докл. Куйбышев, 1986. Ч. 2.
4. Л я ш е н к о О.А. О фитопланктоне Угличского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1988. № 80.
5. П ы р и н а И.Л., С м е т а н и н М.М. Об оценке средних для водоема значений количественных характеристик

- фитопланктона // Оценки погрешностей методов гидробиологических и ихтиологических исследований. Рыбинск, 1982.
6. J e f f r e y S.W., H u m p h r e y G.F. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c₁ and c₂ in higher plants algae and natural phytoplankton // Biochem. Physiol. Pflanzen. 1975. Bd 167, N 2.
 7. S c o r-U n e s c o Working Group 17: Determination of photosynthetic pigments in sea water // Monographs on oceanographic methodology. Paris, 1966.

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

УДК 574.583(28):581

А.Г. О х а п к и н, С.И. Г е н к а л

ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ В ПЛАНКТОНЕ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Для выявления видового состава центрических диатомовых водорослей на 16 станциях основной акватории Чебоксарского водохранилища и в устьевых участках его крупных притоков (р. Ока - 2 станции, рр. Керженец, Сура и Ветлуга - по 1) в мае, июле и октябре 1985 г. были отобраны альгологические пробы. Для уточнения флоры нанопланктонных центрических диатомей собранный материал просматривали в трансмиссионном и сканирующем электронных микроскопах (ТЭМ, СЭМ). Материалы по флористическому составу диатомовых водорослей до зарегулирования стока р. Волги у г. Чебоксары опубликованы ранее [1]. За период наблюдений в водохранилище и устьевых участках его притоков отмечено 25 таксонов центрических диатомей (табл. 1).

Диатомовые водоросли - преобладающий отдел в фитопланктоне Чебоксарского водохранилища и его притоков в период наполнения (25-62 % численности и 49-89 % биомассы водорослей), что было характерно и для незарегулированной Волги [2-4]. Среди диатомей как по численности клеток, так и по биомассе в речном участке водохранилища в правобережных его притоках доминировали виды рода *Stephanodiscus*; в озерном районе в левобережных менее эвтрофированных притоках - виды рода *Melosira*; вегетация *Skeletonema* (в основном *S. subsalsum*) приурочена к правобережью речного участка водохранилища и устья рек Оки и Керженца (табл. 2).

Среди доминантов весеннего планктона - *Stephanodiscus hantzschii*, вегетировавший по всей акватории водохранилища при сопутствии *S. minutulus*, *S. rotula*, *Cyclotella mene-*

Т а б л и ц а 1

Видовой состав центрических диатомовых водорослей
по результатам электронно-микроскопического изучения

| Вид | Район водо- хранилища | | Устье притоков | | | |
|--|--------------------------|--------------|----------------|------------------|--------------|-----------------|
| | речной | озер- ный | р. Ока | р. Кер- женец | р. Су- ра | р. Вет- луга |
| <i>Melosira varians</i> Ag. | + | + | + | - | - | - |
| <i>M. islandica</i> O. Müll. | + | + | + | - | + | - |
| <i>M. distans</i> (Ehr.) Kütz. | + | + | + | + | + | + |
| <i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs. | + | + | + | + | + | + |
| <i>M. italica</i> (Ehr.) Kütz. | + | + | + | + | + | + |
| <i>M. italica</i> subsp. <i>subarctica</i> O. Müll. | + | + | + | - | + | + |
| <i>M. ambigua</i> (Grun.) O. Müll. | + | + | + | - | - | - |
| <i>Thalassiosira lacustris</i> * (Grun.) Hasle | + | - | + | - | - | - |
| <i>T. pseudonana</i> * Hasle et Hemdal | + | + | + | + | + | - |
| <i>T. guillardii</i> * Hasle | + | + | + | + | + | - |
| <i>Cyclotella meneghiana</i> Kütz. | + | + | + | + | + | + |
| <i>C. stelligera</i> Cl. et Grun. | + | + | + | + | + | + |
| <i>C. atomus</i> * Hust. | + | + | + | + | + | - |
| <i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round | + | + | + | + | + | - |
| <i>Stephanodiscus rotula</i> (Ehr.) Grun. | + | + | + | - | + | - |
| <i>S. minutulus</i> (Kütz.) Cleve et Möller | + | + | + | - | + | - |
| <i>S. hantzschii</i> Grun. | + | + | + | + | + | + |
| <i>S. triporus</i> * Genkal et Kuzmin | + | + | + | + | - | + |
| <i>S. makarovae</i> * Genkal | + | + | + | + | + | + |
| <i>S. incognitus</i> Kuzmin et Genkal | + | + | + | + | - | - |
| <i>S. invisitatus</i> * Hohn et Hellerman | + | + | + | + | - | + |
| <i>S. binderanus</i> (Kütz) Krieg. | + | + | + | + | - | - |
| <i>S. binderanus</i> var. <i>oestrupii</i> * (A.Cl.) A.Cl. | + | + | - | - | - | - |
| <i>Skeletonema subsalsum</i> (A.Cl.) Bethge | + | + | + | + | + | + |
| <i>S. potamos</i> * (Weber) Hasle | + | + | + | - | - | - |

П р и м е ч а н и е. * - таксоны, новые для флоры.

Т а б л и ц а 2

Средние за вегетационный период численность (над чертой, млн кл./л) и биомасса (под чертой, г/м³) фитопланктона по результатам световой микроскопии

| Водоросли | Районы водохранилища | | Устья притоков | | | |
|-------------------|--|--|--|--|--|--|
| | речной | озерный | р. Ока | р. Керженец | р. Сура | р. Ветлуга |
| Весь фитопланктон | <u>8.52 (100)</u> <u>3.77 (100)</u> | <u>4.77 (100)</u> <u>1.91 (100)</u> | <u>9.78 (100)</u> <u>3.60 (100)</u> | <u>9.24 (100)</u> <u>3.57 (100)</u> | <u>4.65 (100)</u> <u>3.00 (100)</u> | <u>1.38 (100)</u> <u>0.61 (100)</u> |
| Диатомовые | <u>5.32 (62.4)</u> <u>3.24 (85.9)</u> | <u>1.88 (39.4)</u> <u>1.57 (82.2)</u> | <u>5.32 (54.4)</u> <u>3.03 (84.2)</u> | <u>5.52 (59.7)</u> <u>3.18 (89.1)</u> | <u>1.15 (24.7)</u> <u>1.48 (49.3)</u> | <u>0.57 (41.3)</u> <u>0.31 (50.8)</u> |
| Stephanodiscus * | <u>2.32 (27.2)</u> <u>1.65 (43.8)</u> | <u>0.70 (14.7)</u> <u>0.73 (38.2)</u> | <u>2.52 (25.8)</u> <u>2.17 (60.3)</u> | <u>1.66 (18.0)</u> <u>0.62 (17.4)</u> | <u>0.79 (17.0)</u> <u>1.19 (39.7)</u> | <u>0.18 (13.0)</u> <u>0.12 (19.7)</u> |
| Melosira | <u>1.42 (16.7)</u> <u>1.06 (28.1)</u> | <u>0.80 (16.8)</u> <u>0.60 (31.4)</u> | <u>0.56 (5.7)</u> <u>0.22 (6.1)</u> | <u>1.79 (19.4)</u> <u>1.14 (31.9)</u> | <u>0.09 (1.9)</u> <u>0.06 (2.0)</u> | <u>0.26 (18.8)</u> <u>0.14 (23.0)</u> |
| Cyclotella ** | <u>0.01 (0.1)</u> <u>0.02 (5.3)</u> | <u>0.005 (0.1)</u> <u>0.010 (0.5)</u> | <u>0.02 (0.2)</u> <u>0.06 (1.7)</u> | <u>0.01 (0.1)</u> <u>0.06 (1.7)</u> | <u>0.01 (0.1)</u> <u>0.03 (1.0)</u> | <u>0.002 (0.1)</u> <u>0.005 (0.8)</u> |
| Sceletonema | <u>1.35 (15.8)</u> <u>0.21 (5.6)</u> | <u>0.24 (5.0)</u> <u>0.04 (2.1)</u> | <u>1.82 (18.6)</u> <u>0.20 (5.6)</u> | <u>1.89 (20.4)</u> <u>0.43 (12.0)</u> | <u>0.21 (4.5)</u> <u>0.05 (1.7)</u> | <u>0.10 (7.2)</u> <u>0.03 (4.9)</u> |

П р и м е ч а н и е. Цифры в скобках - процент от всего фитопланктона. * - данные завышены за счет суммирования с видами рода Thalassiosira и мелкоклеточными видами рода Cyclotella. ** - данные занижены за счет суммирования с видами рода Stephanodiscus.

ghiniana и *C. stelligera*, которые интенсивнее развивались в речном участке водоема. Максимальные численность и биомасса диатомовых водорослей отмечены в устье р. Оки и правобережье речного участка водохранилища (3,6–4,1 млн кл./л и 4,6–5,1 г/м³ соответственно). В правобережье верховий озерного района весной наибольшей численности (0,82 млн кл./л) и биомассы (0,87 г/м³) достигали *Melosira varians*, *M. granulata* и *M. distans*. Постоянно в составе планктофитоценозов присутствовали *Stephanodiscus invisitatus*, *S. triporus* и *Thalassiosira pseudonana*.

Летом при максимальном видовом разнообразии центрических диатомей (14–18 таксонов в пробе) наряду с видами рода *Stephanodiscus* развивались *Cyclotella meneghiniana*, *Skeletonema subsalsum*, повышалась ценозообразующая роль *Melosira italica*, *M. granulata* и *M. ambigua*. На затопленном устье р. Суры в качестве доминантов выступали *Cyclotella meneghiniana* и *C. atomus* в сопровождении *Stephanodiscus rotula*. Отмечено возрастание численности (21–89 %) и биомассы (43–98 %) диатомей, особенно в речном участке водохранилища.

Осенью при постепенном обеднении видового состава (максимум 11 таксонов центрических диатомей) резко снизились численность и биомасса фитопланктона. В р. Оке и правобережье речного участка водохранилища продолжали вегетацию *Cyclotella meneghiniana* и *Stephanodiscus hantzschii* при сопутствии на различных станциях *S. invisitatus*, *Skeletonema subsalsum*, *S. rotula* и *Cyclostephanos dubius*.

Таким образом, после зарегулирования р. Волги у г. Чебоксары в планктоне водохранилища сохранилось преобладание диатомовых водорослей при явном господстве центрических диатомей. Доминирование в составе фитопланктона α -мезосапробного *Stephanodiscus hantzschii* и α - β -мезосапробной *Cyclotella meneghiniana* указывает на повышенное содержание легкоусвояемого органического вещества в воде водоема. Систематический состав *Bacillariophyta* хорошо отражает степень антропогенного влияния на различные участки водохранилища, максимальное видовое разнообразие и преобладание в составе *Centrophyceae* видов рода *Stephanodiscus*, а также выявляет повышенную трофность правобережья речного участка водохранилища и правобережных его притоков.

Л и т е р а т у р а

1. Генкал С.И. Виды сем. *Thalassiosiraceae* Lebour emend. Hasle (*Bacillariophyta*) в пресных водоемах СССР (морфология, экология, распространение): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1979.
2. Кузьмин Г.В., Охалкин А.Г. Фитопланктон р. Волги на трассе строительства Чебоксарского водохранилища и прогноз

- его альгологического режима // Антропогенные факторы в жизни водоемов. Л., 1975.
3. О х а п к и н А.Г. Современное состояние фитопланктона неза-регулируемой Волги // Биологическая продуктивность и качество воды Волги и ее водохранилищ. М., 1984.
 4. Ю л о в а Г.А. Фитопланктон р. Волги от Городца до Чебоксар: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1982.

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

УДК 582.28-19 (28)

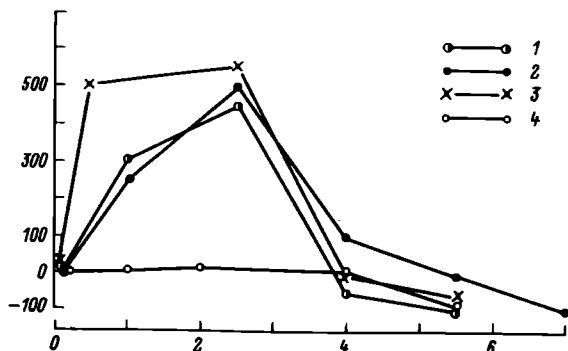
Л.В. В о р о н и н

ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ САПРОТРОФНЫХ ГРИБОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА ЩУКИ

При исследовании микрофлоры ряда пресноводных видов рыб мы обнаружили неспецифичные виды сапротрофных грибов, образующие различные комплексы на поверхностях их тела, жабр и в кишечнике [1, 2]. В данном сообщении рассматривается вопрос о том, в каком морфофизиологическом состоянии грибы находятся на рыбе: в активном или в виде покоящихся структур. В качестве объекта исследования послужила слизь с поверхности тела щуки.

Активный мицелий на поверхности тела рыб обнаруживали методом гомогенизации Джонстона и Кросса [4] в модификации Куинна [5]. Метод исходит из предположения, что при гомогенизации активно растущий мицелий разрушается на все более и более мелкие жизнеспособные единицы. При засеве определенного количества такой суспензии количество колоний грибов будет возрастать с увеличением времени гомогенизации. Через какое-то время гифы будут разрушены на столь мелкие фрагменты, что они утратят жизнеспособность. Если активно растущий мицелий отсутствует, то число колониеобразующих единиц увеличиваться не будет.

Гомогенизацию можно осуществить механическим способом или посредством облучения суспензии ультразвуком. В наших экспериментах был использован ультразвуковой диспергатор УЗДН-2Т. Режим облучения определяли с помощью контрольных экспериментов, в которые брали культуру гриба *Phoma glomerata* 3722-B. Гриб выращивали 24 ч в колбе на жидкой среде (пивное сусло, 1⁰ по Баллингу) на качалке (300 об/мин) при температуре 24 °С. За сутки происходил обильный рост мицелия. Затем по 7-8 мл суспензии с культурой гриба вносили в стерильные пробирки и помещали в трубчатую насадку диспергатора, охлаждаемую проточной водой так, чтобы температура суспензии не превышала 28 °С. Гомогенизацию ультразвуком проводили в режиме 44 кгц, 100 мА;



Влияние гомогенизации ультразвуком на количество колониеобразующих единиц.

1 - *Phoma* в культуре; 2 - *Phoma*, 3 - *Cladosporium*, 4 - *Penicillium* в слизи с поверхности жуки. По оси ординат - изменение числа колониеобразующих единиц по сравнению с контролем, %; по оси абсцисс - время гомогенизации, мин.

время облучения (варианты опыта) составляло 0, 20 с, 1, 2.5, 4, 5.5 и 7 мин. Затем из каждой пробирки брали по 1 мл суспензии (в 3 повторностях) и засекали на сусло-агар с антибиотиками (пенициллин и стрептомицин, по 1 г/л). Количество колониеобразующих единиц (грибных зародышей) определяли по числу выросших колоний. Контрольные эксперименты показали, что гифы *Ph. glomerata* разрушались на все возрастающее количество фрагментов, способных образовывать колонии (+500 %); после 5 мин облучения их число резко снижалось (см. рисунок).

Слизь с поверхности тела живых жуков собирали в стерильные бюксы и разводили стерильной водой в соотношении 1 : 3. Далее проводили операции, описанные выше. В составе слизи обнаружены грибы 4 родов: *Phoma*, *Cladosporium*, *Penicillium* и *Saprolegnia*. После 2.5 мин гомогенизации достоверно увеличилось количество грибных зародышей *Phoma glomerata* (+500 %) и, в еще большей степени, *Cladosporium* (+600 %), представленного в основном видом *C. herbarum*, что служит доказательством существования грибов в слизи в виде активно растущего мицелия. Грибы рода *Saprolegnia* в пробах, подвергшихся гомогенизации, не обнаружены, что, по-видимому, обусловлено их присутствием в слизи в виде зооспор, тонкая оболочка которых быстро разрушалась при воздействии ультразвуком. Количество колониеобразующих единиц грибов рода *Penicillium* оставалось одинаковым на протяжении 5.5 мин гомогенизации, т. е. в слизи находились только споры этого гриба в отличие от мицелия *Phoma* и *Cladosporium* (см. рисунок).

Таким образом, установлено, что микробиота поверхности тела жуки состоит из двух групп грибов, представленных покоеющимися

структурами (спорами) и активно развивающимся в слизи мицелием. Споры, вероятно, являются „приклеившимися“ к телу рыб, поскольку в слизи их было тем больше, чем больше в воде. Мицелий второй группы грибов использует рыбу в качестве субстрата, их диаспоры отличаются избирательностью. Видовой состав тех и других грибов мы приводили ранее [1].

На наличие в слизи рыб благоприятных условий для роста грибов указывает Уиллоби [6]. Несмотря на то что слизь у рыб постоянно обновляется, быстрорастущие грибы развиваются на ней и, по-видимому, частично отторгаются через некоторое время, а частично переходят на вновь образовавшуюся слизь. Сапротрофные грибы, развивающиеся на поверхности тела рыб, в слизи, вероятно, являются комменсалами. Для части из них при определенных условиях (ослабление иммунной системы рыб, плотные посадки при искусственном разведении и т. д.) не исключается возможность перехода к паразитизму.

Появившиеся в последние годы сообщения о ранее неизвестных видах патологии, особенно в условиях возрастающего антропогенного воздействия на природу, свидетельствуют о том, что сапротрофные грибы – постоянный резерв возбудителей болезней. Некоторые грибы, обнаруженные на рыбах, были зарегистрированы ранее как явные или возможные патогены. С учетом литературных данных [7], к числу возможных патогенов следует отнести виды родов *Acremonium*, *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Cladosporium* и *Stemphylium*.

Особого внимания заслуживают представители рода *Phoma*, доминирующие на поверхностях тела и жабр рыб большинства исследованных водоемов. Учитывая этот факт, а также способность мицелия расти в слизи рыб, к возможным патогенам следует отнести *Ph. glomerata* (Cda.) Wr. et Hochapf., *Ph. eupyrena* Sacc., *Ph. exigua* Desm., *Ph. medicaginis* Malbr. et Roum. var. *pinodella* (L.K. Jones) Boerema. Гриб *Ph. herbarum* известен как опасный патоген, поражающий внутренние органы рыб [3].

Таким образом, микобиота рыб, по нашему мнению, состоит из двух групп грибов: 1) присутствующих на рыбе в виде спор или мицелия, но не приносящих ей вреда (комменсалы); 2) способных при определенных условиях внешней среды и состояния рыбы переходить к биотрофии (потенциальные патогены).

Л и т е р а т у р а

1. В о р о н и н Л.В. Грибы, развивающиеся на лещах и судаках некоторых пресных водоемов // Микология и фитопатология. 1986. Т. 20, вып. 5.
2. В о р о н и н Л.В. Микрофлора некоторых видов рыб Куйбышевского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1987. № 76.

3. М а р ч е н к о А.М. Грибы-возбудители микоза плавательного пузыря лососевых рыб: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1984.
4. J o h n s t o n D.W., C r o s s T. Actinomycetes in lake muds: dormant spores or active mycelium? // Freshwater Biol. 1976. Vol. 6, N 5.
5. Q u i n n J.P. Seasonal occurrence of yeasts and other fungi in a freshwater lake // Trans. Brit. Mycol. Soc. 1984. Vol. 83, N 1.
6. W i l l o u g h b y L.G. Observation on fungal parasites of Lake district salmonids // Salmo and trout magazine. 1971. Vol. 192.
7. W o l k e R.E. Pathology of bacterial and fungal diseases affecting fish // Pathology of fishes. Madison, 1975.

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

УДК 581.526.3 (285.2)

А.И. Ку з ь м и ч е в, А.Н. К р а с н о в а,
И.В. Д о в б н я, Г.Ф. Л я ш е н к о,
Б.А. Т р у с о в, В.И. А р т е м е н к о

ВЫСШАЯ ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Высшая водная растительность Рыбинского водохранилища находится в процессе длительного формирования. В последний раз она была описана в 1972 г. [1]. С 1986 г. в ИБВВ начаты работы по изучению ее современной структуры. В этом сообщении излагаются особенности зарастания Волжского плеса, принимаемого в границах районирования, предложенного М.А. Фортунатовым [2]. По морфометрическим и гидродинамическим признакам он разделяет его на три части – верхнюю, среднюю и нижнюю.

В е р х н я я часть плеса, имеющая вид широкой полноводной реки, расположена между плотиной Угличской ГЭС и с. Глебово. При заполнении водохранилища здесь были затоплены оба уровня поймы и на значительном протяжении боровая терраса. В зарастании характерно интенсивное развитие *Glyceria maxima*, образующего пояс шириной до нескольких десятков метров. Манник большой формирует преимущественно монодоминантные ценозы с незначительной примесью воздушно-водных растений. Преобладание этого вида объясняется благоприятными экологическими условиями – проточностью, создаваемой режимом работы Угличской ГЭС, большим пространением подвижных экотопов с песчаными и супесчаными грунтами, относительной их трофностью. Меньшее участие в слож-

нии воздушно-водной растительности в этой части плеса принимают ценозы *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Butomus umbellatus*, *Typha angustifolia*. В осушной зоне доминируют ценозы *Equisetum fluviatile*, *Carex acuta*, *Rorippa amphibia*. Следует отметить, что в настоящее время на Рыбинском водохранилище преобладают жерушники. Их интенсивному развитию благоприятствовало сходство колебаний уровня последних лет. В период цветения в мае-июне жерушники образуют яркий красочный аспект. Плавающая и погруженная растительность представлена ценозами *Potamogeton perfoliatus*, *P. gramineus*, *P. pectinatus*, *P. lucens*, *Polygonum amphibium*, *Lemna trisulca*.

По особенностям зарастания литорали верхней части плеса различаются два подрайона: Угличско-Мышкинский со слабым развитием амфибийной растительности и относительно большим участием тростника, камыша озерного, рдестов пронзеннолистного, гребенчатого и блестящего, а также Мышкинско-Глебовский с обширными площадями на левобережье ценозов жерушника земноводного и осоки острой.

Средняя часть плеса расположена между с. Глебово и о-вом Шумаровским. При заполнении водохранилища в полосу затопления попали также пониженные участки водоразделов. Основные площади водной растительности приурочены к левобережью. Фитоценоотически она довольно разнообразна. Здесь выделены 3 подрайона: левобережье с эстуариями рек Сутки, Ильди, Шумаровки, правобережье между селами Глебово и Петраково и правобережье от с. Петраково до о-ва Шумаровского.

В сложении воздушно-водной растительности левобережья преобладают ценозы тростника, камыша озерного, манника большого. Большие площади заняты комплексом ассоциаций жерушника земноводного, осоки острой, хвоща приречного. Довольно обычны, хотя и занимают небольшие площади, сообщества *Sparganium erectum* и *S. emersum*. Обнаженные после спада воды песчаные и илисто-песчаные грунты заселяются пионерными группировками с участием *Bidens tripartita*, *Alisma plantago-aquatica*, *Ranunculus reptans*, *Juncus bufonius*, *Limosella aquatica*, иногда *Carex bohémica* (у пос. Борок). Растительность с плавающими на поверхности воды листьями приурочена к нижним участкам пригозов и представлена ценозами *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*, *Polygonum amphibium*, *Potamogeton natans*. В сложении погруженной растительности преобладают те же сообщества, что и в речной части плеса.

Растительность на участке между с. Глебово и с. Петраково развивается на частично изолированных от основной акватории водохранилища заливах, возникших на месте затопленных ручьев. Она имеет пятнистый характер и представлена разреженными ценозами осоки острой, тростника, сусака зонтичного, рдестов гребенчатого и пронзеннолистного. Более плотные заросли в основном из манника большого в комплексе с группировками горца земноводного отмечены в заливе у с. Петраково. Развитие водной растительности в преде-

лах описываемого подрайона сдерживается глубинами и рекреационным фактором (интенсивное движение моторных лодок).

Литораль правобережья между с. Петраково и о-вом Шумаровским частично или полностью изолирована от основной акватории подводно-надводными песчаными валами, поэтому водная растительность менее подвержена сезонным колебаниям уровня. Большие площади заняты ценозами тростника, манника большого, хвоща приречного. На нарушенных экотопах встречаются заросли рогоза широколистного с водно-болотным разнотравьем. Ценозы жерушника земноводного, в отличие от литорали левобережья, распространены ограниченно. На некоторых полностью изолированных от основной акватории экотопах развиваются группировки *Stratiotes aloides*.

К этому подрайону относятся также острова, называемые „Трясье“. Геоморфологически они представляют возвышенные участки водоразделов. Острова образуют своеобразный тип защищенных экотопов, заселяющихся преимущественно сообществами тростника. Этот вид выступает ценозообразователем и на внутренних озерах о-ва Шумаровского. Тростник формирует преимущественно монодоминантные ценозы с проективным покрытием до 50–60 % и высотой до 3 м. Со стороны открытой литорали довольно обычны, хотя и занимают ограниченные площади, заросли рдеста гребенчатого и горца земноводного.

Н и ж н я я часть Волжского плеса включает акваторию водохранилища между о-вом Шумаровским, Святковскими островами и Рожновским мысом. Высшая водная растительность развита преимущественно в Югском заливе и вдоль почти всех берегов Святковских островов. Выделены два подрайона: Югский залив и юго-западное и южное побережье Святковских островов.

Центральная часть Югского залива, прилегающая к побережью, занята большими по площади куртинами горца земноводного в комплексе с пятнами камыша озерного, местами – рогоза узколистного. Далее идет прерывистый в отдельных местах пояс тростника шириной 200–400 м, приуроченный к надводно-подводному валу, сложенному в разной степени заиленными песками. Тростник формирует почти чистые ценозы с общим проективным покрытием до 50–60 % и высотой до 3 м, которые затем сменяются торфянистой сплавиной, занятой комплексом ценозов манника большого, двукисточника тростниковидного, хвоща приречного, осоки острой, на нарушенных местах – рогоза широколистного с болотным разнотравьем. Пятнами встречаются ценозы *Sparganium erectum* и *S. emersum*. На прибойных участках северо-восточной окраины залива широко распространены ценозы *Potamogeton pectinatus*. Северо-западная окраина занята преимущественно неширокими прерывистыми зарослями тростника.

Для водной растительности южного берега Святковских островов характерны ценозы тростника, формирующие поясковый и прерывистопоясовый типы зарастания. Ширина зарослей местами достигает несколько десятков метров, высота – до 2.5–3 м. Далее идет очень зыбкая сплавина толщиной до 50 см. Она занята разреженными

ивняками в основном из *Salix cinerea*, *S. triandra* и *S. pentandra*. Между кустарниками обильно развиваются *Carex acuta*, *C. vesicaria*, *C. pseudocyperus*, *Menyanthes trifoliata*, *Calla palustris*, *Scirpus lacustris*, *S. radicans*, *Typha latifolia*, *Galium palustre* и другие болотные виды.

В сложении водной растительности юго-западного побережья преобладает комплекс сообществ тростника, камыша озерного, горца земноводного куртинного типа. Центральная часть Святовского массива занята верховым сфагново-сосновым торфяником.

В настоящее время в структуре растительности Волжского плеса преобладают ценозы, характерные для сложившихся водоемов водохранилищного типа. Вследствие стабилизации экотопов их динамика больше зависит от уровня режима.

Л и т е р а т у р а

1. Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л., 1972.
2. Фортунатов М.А. Цветность и прозрачность воды Рыбинского водохранилища как показатель его режима // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. М.; Л., 1959. Вып. 2 (5).

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

УДК 574.587:556.55

А.И. Б а к а н о в

О БЕНТОСЕ ОЗ. НЕРО

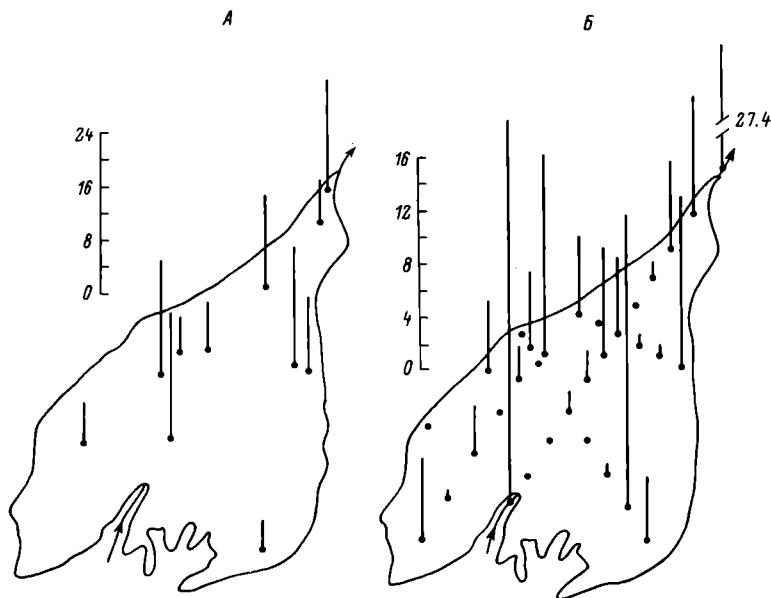
Неро – самое большое озеро ярославского Поволжья, имеющее площадь 51.7 км² и средний объем воды 77.5 млн м³. Изучение бентоса озера проводилось как часть комплексных исследований экосистемы этого водоема, выполняемых сотрудниками ИБВВ АН СССР. Для оценки общего состояния бентоса в мае, августе и октябре 1987 г. нами проведены 3 бентосных съемки на 30 станциях, расположенных по схеме разрезов Б.С. Грезе [3]. Пробы отбирали дночерпателем „ДАК-100” и промывали через мельничный газ № 17, т. е. учитывали только организмы макрозообентоса.

По составу бентоса озеро можно охарактеризовать как унионидно-хирономидно-олигохетный водоем. Крупные моллюски, в основном представители рода *Anodonta*, составили среднюю по озеру биомассу 230 г/м². Кормовой бентос представлен личинками хирономид и олигохетами: в среднем за вегетационный сезон их доля равнялась соответственно 79.2 и 18.4 % от биомассы бентоса. Прочие организмы, включая немногочисленных мелких кормовых моллюсков, давали всего 2.4 % биомассы. Свыше 90 % биомассы хирономид приходилось на долю мотыля *Chironomus f. l. plu-*

Биомасса бентоса оз. Неро

| Характеристики | Хирономиды | | | Олигохеты | | | Общий бентос | | |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | весна | лето | осень | весна | лето | осень | весна | лето | осень |
| Средняя биомасса, г/м ² | $\frac{1.9}{0.5}$ | $\frac{3.2}{0.9}$ | $\frac{18.7}{2.3}$ | $\frac{1.4}{0.4}$ | $\frac{0.8}{0.2}$ | $\frac{3.3}{1.1}$ | $\frac{3.5}{0.8}$ | $\frac{4.0}{1.0}$ | $\frac{22.4}{2.3}$ |
| Доля от общей биомассы, % | $\frac{54.5}{9.2}$ | $\frac{80.0}{7.3}$ | $\frac{83.1}{7.0}$ | $\frac{41.8}{9.2}$ | $\frac{19.1}{7.3}$ | $\frac{14.7}{6.6}$ | $\frac{100}{0}$ | $\frac{100}{0}$ | $\frac{100}{0}$ |
| Коэффициент вариации | $\frac{1.56}{0.20}$ | $\frac{1.43}{0.18}$ | $\frac{0.66}{0.09}$ | $\frac{1.33}{0.17}$ | $\frac{1.39}{0.18}$ | $\frac{1.80}{0.23}$ | $\frac{1.24}{0.16}$ | $\frac{1.29}{0.17}$ | $\frac{0.55}{0.07}$ |
| Встречаемость, % | $\frac{56.7}{9.2}$ | $\frac{70.0}{8.5}$ | $\frac{96.7}{3.3}$ | $\frac{80.0}{7.4}$ | $\frac{93.3}{4.6}$ | $\frac{96.7}{3.3}$ | $\frac{83.3}{6.9}$ | $\frac{96.7}{3.3}$ | $\frac{100}{0}$ |
| Индекс агрегированности Ллойда [2] | $\frac{3.37}{1.14}$ | $\frac{3.02}{0.92}$ | $\frac{1.43}{0.13}$ | $\frac{2.69}{0.74}$ | $\frac{2.80}{0.83}$ | $\frac{4.22}{1.72}$ | $\frac{2.50}{0.63}$ | $\frac{2.65}{0.70}$ | $\frac{1.30}{0.09}$ |
| Пространственно-плотностной индекс, г/м ² [1] | $\frac{7.7}{4.1}$ | $\frac{13.2}{7.1}$ | $\frac{24.8}{6.6}$ | $\frac{3.5}{1.6}$ | $\frac{2.2}{1.1}$ | $\frac{8.2}{4.5}$ | $\frac{10.2}{4.6}$ | $\frac{14.8}{7.9}$ | $\frac{25.4}{4.4}$ |

П р и м е ч а н и е. Над чертой – статистическая характеристика, под чертой – ее стандартная ошибка.



Пространственное распределение летней биомассы бентоса, г/м².

А - в 1927 г., Б - в 1987 г.

mosus, на втором месте стоит *Procladius horeus*. По данным Т.Л. Поддубной [4], среди олигохет доминировали *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Potamothrix hammoniensis*. Довольно многочисленные ранее бокоплавы обнаружены не были.

Динамика бентоса характеризовалась сравнительно низкими биомассами в течение весенне-летнего сезона и резким возрастанием осенью - в основном за счет личинок хирономид (см. таблицу). Обильное развитие в озере протоккового и диатомового фитопланктона, богатые органическими веществами грунты - сапропели - обеспечивали благоприятные трофические условия для развития бентоса. Свыше 80 % площади озера занимают участки глубиной около 1 м [5], на которых верхний слой сапропеля взмучивается даже при ветре средней силы, что создает неблагоприятные условия для донной фауны. Лишь осенью в результате развития макрофитов стабильность грунтового комплекса увеличивалась, что привело к возрастанию биомассы бентоса.

Наши данные близки к таковым, полученным в 1977-1979 гг. [4], но по сравнению с 1927 г. [3] биомасса бентоса снизилась примерно в 2 раза, хотя характер распределения ее по акватории водоема значительно не изменился (см. рисунок). По степени кормности для рыб-бентофагов озеро можно отнести к средnekормным водоемам.

1. Б а к а н о в А.И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // ИБВВ АН СССР, 1987. Деп. в ВИНТИ 08.12.1987, № 8593-В 87 деп.
2. Б а к а н о в А.И., С м е т а н и н М.М. Стандартные ошибки индексов агрегированности // Экология. 1980. № 2.
3. Г р е з е Б.С. Исследования оз. Неро в гидробиологическом и рыбохозяйственном отношении. Ч. II. Бентос // Сб. тр. Ростов. науч. о-ва по изучению местного края. Ростов-Ярославский, 1930. Вып. 2.
4. П о д д у б н а я Т.Л. Фауна дна и зарослей оз. Неро // Биология и экология водных организмов. Л., 1986.
5. Ф о р т у н а т о в М.А., М о с к о в с к и й Б.Д. Озера Ярославской области // Озера Ярославской области и перспективы их хозяйственного использования. Ярославль, 1970.

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

УДК 574.52

А.Ю. К а р а т а е в

ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДНЕЙ МАССЫ ГИДРОБИОНТОВ
КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОДОГРЕВА
НА СООБЩЕСТВА МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ
ВОДОЕМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ

Исследования проведены в подогреваемой (среднегодовой подогрев воды у дна на 8.5°C) и контрольной зонах оз. Лукомского - водоема-охладителя Лукомльской ГРЭС, а также в холодном (подводящем) и теплом (сбросном) каналах водоема-охладителя Березовской ГРЭС (БССР). В холодном канале среднегодовая температура превышает естественную для водоема на 6° , в теплом - на 12.5° . Пробы макрозообентоса в обоих водоемах-охладителях отбирали ежемесячно в течение года в песчаном грунте с глубины 0,5-1 м трубчатым штанговым дночерпателем с площадью захвата $1/250\text{ м}^2$ (5-10 подъемов). Макрозооперифитон исследовали с помощью экспериментальных субстратов (силикатного кирпича), устанавливаемых на дно водоема в местах отбора проб зообентоса на 1 мес. Пробы промывали через газ № 21, животных фиксировали 10%-ным раствором формалина.

Анализ полученных данных показал, что под влиянием подогрева средняя масса животных в сообществах макрозообентоса и макрозооперифитона уменьшается (табл. 1). Однако это характерно только для сообществ в целом. В пределах более мелких биоценологи-

Т а б л и ц а 1

Среднегодовые величины численности (N , экз./м²),
биомассы (B , г/м²) и средней массы (W , мг)
макробеспозвоночных

| Группа животных | Зообентос | | | Зооперифитон | | |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| | N | B | W | N | B | W |
| о з. Л у к о м с к о е | | | | | | |
| Моллюски | <u>776</u> 8 | <u>5.46</u> 0.19 | <u>7.039</u> 23.250 | <u>405</u> 811 | <u>14.88</u> 1.28 | <u>36.741</u> 1.578 |
| Олигохеты | <u>4274</u> 6313 | <u>1.30</u> 3.02 | <u>0.304</u> 0.478 | <u>1498</u> 13962 | <u>0.11</u> 1.16 | <u>0.073</u> 0.083 |
| Хирономиды | <u>16034</u> 5875 | <u>18.44</u> 7.50 | <u>1.150</u> 1.277 | <u>4631</u> 4542 | <u>0.67</u> 1.28 | <u>0.145</u> 0.282 |
| Ручейники | <u>31</u> 2 | <u>0.01</u> 0.01 | <u>0.623</u> 0.100 | <u>980</u> 2495 | <u>1.10</u> 0.45 | <u>1.123</u> 0.180 |
| Пиявки | <u>23</u> 2 | <u>0.10</u> 0.01 | <u>4.348</u> 0.500 | <u>128</u> 90 | <u>1.46</u> 1.68 | <u>11.406</u> 18.687 |
| Прочие | <u>91</u> 2 | <u>0.24</u> 0.01 | <u>2.637</u> 0.100 | <u>931</u> 503 | <u>0.66</u> 0.83 | <u>0.709</u> 1.650 |
| В с е г о | <u>21229</u> 12202 | <u>25.57</u> 10.71 | <u>1.212</u> 0.878 | <u>8573</u> 22403 | <u>18.88</u> 6.68 | <u>2.202</u> 0.298 |

К а н а л ы Б е р е з о в с к о й Г Р Э С

| | | | | | | |
|------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| Моллюски | - | - | - | <u>266</u> 59 | <u>24.87</u> 0.70 | <u>93.496</u> 11.864 |
| Олигохеты | <u>653</u> 174 | <u>0.72</u> 0.20 | <u>1.103</u> 1.149 | <u>2522</u> 49163 | <u>0.14</u> 1.32 | <u>0.056</u> 0.027 |
| Хирономиды | <u>3955</u> 188 | <u>12.76</u> 0.11 | <u>3.226</u> 0.585 | <u>3927</u> 1141 | <u>1.05</u> 0.20 | <u>0.267</u> 0.175 |
| Ручейники | <u>8</u> - | <u>0.01</u> - | <u>0.038</u> - | <u>4507</u> 173 | <u>0.93</u> 0.15 | <u>0.206</u> 0.867 |
| Пиявки | - | - | - | <u>141</u> - | <u>2.16</u> - | <u>15.319</u> - |
| Прочие | <u>8</u> - | <u>0.02</u> - | <u>2.5</u> - | <u>5</u> - | <u>0.01</u> - | <u>2</u> - |
| В с е г о | <u>4624</u> 362 | <u>13.51</u> 0.31 | <u>2.922</u> 0.856 | <u>11368</u> 50536 | <u>29.16</u> 2.37 | <u>2.565</u> 0.047 |

П р и м е ч а н и е. Над чертой - контроль (оз. Лукомское), холодный канал (Березовская ГРЭС), под чертой - подогреваемая зона (оз. Лукомское), теплый канал (Березовская ГРЭС).

Т а б л и ц а 2

Среднегодовые величины численности (N , экз./м²),
биомассы (B , г/м²) и средней массы (W , мг)
зообентоса в оз. Лукомском

| Температурные зоны | 1979 | | | 1980 | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| | N | B | W | N | B | W |
| Контроль | 20962 | 14,70 | 0,701 | 9197 | 11,48 | 1,248 |
| Подогрев на 2-3,1 °C | 14193 | 5,38 | 0,379 | 4390 | 3,42 | 0,779 |
| на 3,4-5,3 °C | 10013 | 3,31 | 0,331 | 4885 | 3,46 | 0,708 |
| на 7,9-9,3 °C | 35513 | 12,17 | 0,343 | 7262 | 3,60 | 0,496 |

ческих группировок под воздействием подогрева масса гидробионтов может даже возрастать, как, например, масса тела олигохет и личинок хирономид зообентоса, зооперифитона оз. Лукомского и зообентоса каналов Березовской ГРЭС. На видовом уровне размеры и масса тела гидробионтов под влиянием подогрева также могут расти, что было отмечено нами для *Stictochironomus psammophilus* Tschern., И.В. Каратаевой [2] для *Potamothrix hammoniensis* Mich. и В.И. Золотаревой [1] для *Pontogammarus crassus* Grimm. В других случаях эти показатели при подогреве, наоборот, уменьшаются, например у *Dreissena polymorpha* Pall. [5], *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. [4] и т. д.

При анализе среднегодовых величин численности отдельных групп макробеспозвоночных видно, что даже сильный подогрев на 12,5 °C не всегда приводит к уменьшению численности животных (табл. 1). Гораздо чаще при этом снижается их биомасса. Иная картина была обнаружена при исследовании макрозообентоса в четырех различных температурных зонах оз. Лукомского в 1979-1980 гг. Показано [3], что при повышении температуры воды у дна до 8-9 °C численность и биомасса гидробионтов изменяются довольно бессистемно, тогда как величина их средней массы четко реагирует даже на относительно небольшое повышение температуры (табл. 2).

Таким образом, уменьшение массы животных в сообществах зообентоса и зооперифитона водоемов-охладителей свидетельствует о том, что перестройка, вызванная подогревом, происходит именно на уровне целостного сообщества. Отмеченная закономерность служит простым и наглядным показателем воздействия подогрева на сообщества макробеспозвоночных и может быть использована при мониторинге водоемов-охладителей.

1. З о л о т а р е в а В.И. Влияние подогретых вод на некоторые стороны биологии *Pontogammarus crassus* (Grimm.) // Влияние тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов. Борок, 1974.
2. К а р а т а е в а И.В. Сезонная динамика численности и биомассы *Potamothenis hammoniensis* Michaelson в водоеме-охладителе ТЭС // Тр. Всес. совещ.-семинара по модельным видам водных беспозвоночных. Паланга, 1983. Деп. в ВИНТИ 28.05.1984, № 3494-84 деп.
3. К а р а т а е в А.Ю., К а р а т а е в а И.В. Влияние сброса теплых вод на макрозообентос литорали водоема-охладителя // Вестн. БГУ. Сер. 2. 1987. № 1.
4. С е м е р н о й В.П. Некоторые данные по *Oligochaeta* зоны влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС // Влияние тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов. Борок, 1974.
5. S t a n i s z y k o w s k a A. Występowanie i wzrost osobniczy *Dreissena polymorpha* Pall. w jeziorach widczonych w system chłodzący // Roczn. nauk. rol. 1976. N. 97, N 3.

Белорусский университет

УДК 593.16

Б.Ф. Ж у к о в

БЕСЦВЕТНЫЕ ЖГУТИКОНОСЦЫ В ПЛАНКТОНЕ НЕКОТОРЫХ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Первые данные о бесцветных жгутиконосцах *Mastigophora* каскада волжских водохранилищ получены в 1972 г. [1]. В 1973 г. было обследовано Ивановское водохранилище [2], в 1975 г. - водохранилища р. Камы [3], в 1986 г. - Чебоксарское [4]. В настоящем сообщении приводится материал по планктонным гетеротрофным жгутиконосцам двух камских водохранилищ и водоемов Средней и Нижней Волги, собранный в августе 1987 г.

Пробы отбирали с борта судна по фарватеру метровым батометром с поверхности (1 м) и из придонного слоя. Пробы обрабатывали по принятой ранее методике [5]. Поскольку достоверной разницы между поверхностными и придонными пробами при глубинах 10 м не обнаружено, а в приплотинных плесах на глубине 20 и более метров встречались лишь единичные экземпляры жгутиконосцев, результаты приведены лишь для поверхностного слоя. Искользованные для сравнения данные предыдущих рейсов по численности и биомассе жгутиконосцев

Численность (Ч, тыс. экз./л) и биомасса (Б, мг/л) бесцветных жгутиконосцев в волго-камских водохранилищах

| Станция | VII, 1972 г. | | VIII, 1975 г. | | VIII, 1987 г. | |
|--|--------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| | Ч | Б | Ч | Б | Ч | Б |
| К а м с к и й у ч а с т о к | | | | | | |
| Воткинское водохранилище | | | | | | |
| Ниже г. Перми | - | - | 2250 | 0,147 | 400 | 0,024 |
| Ниже г. Очинска | - | - | 2464 | 0,134 | 320 | 0,021 |
| Выше г. Оса | - | - | - | - | 160 | 0,012 |
| Ниже с. Частое | - | - | 900 | 0,061 | 40 | 0,002 |
| Приплотинный плес Вот- кинской ГЭС | - | - | 540 | 0,030 | 80 | 0,004 |
| Нижне-Камское водохранилище | | | | | | |
| Выше г. Сарапул | - | - | 810 | 0,045 | 200 | 0,008 |
| Выше устья р. Белой | - | - | 900 | 0,049 | 240 | 0,016 |
| Устье р. Белой | - | - | - | - | 0 | 0 |
| Ниже устья р. Иж | - | - | 540 | 0,032 | 0 | 0 |
| Приплотинный плес Нижне- Камской ГЭС (г. Набереж- ные Челны) | - | - | 1170 | 0,095 | 120 | 0,007 |
| В о л ж с к и й у ч а с т о к | | | | | | |
| Рыбинское водохранилище | | | | | | |
| Коприно | - | - | 3510 | 0,244 | 80 | 0,005 |
| Куйбышевское водохранилище | | | | | | |
| г. Зеленодольск (выше г. Казани) | 814 | 0,07 | - | - | 80 | 0,009 |
| устье р. Камы | 384 | 0,03 | - | - | 200 | 0,011 |
| г. Чистополь | - | - | - | - | 160 | 0,005 |
| г. Елабуга | - | - | - | - | 40 | 0,003 |
| Выше г. Ульяновска | 520 | 0,03 | - | - | 200 | 0,007 |
| Ниже г. Ульяновска | 294 | 0,002 | - | - | 40 | 0,001 |
| Приплотинный плес (выше г. Тольятти) | 361 | 0,02 | - | - | 40 | 0,001 |
| Саратовское водохранилище | | | | | | |
| Выше г. Куйбышева | 482 | 0,05 | - | - | 120 | 0,014 |
| Ниже г. Куйбышева | 610 | 0,04 | - | - | 40 | 0,001 |
| Ниже г. Сызрани | 746 | 0,05 | - | - | 40 | 0,003 |
| Приплотинный плес (выше г. Балаково) | 384 | 0,03 | - | - | 40 | 0,001 |
| Волгоградское водохранилище | | | | | | |
| Выше г. Саратова | 519 | 0,03 | - | - | 40 | 0,003 |
| Ниже г. Саратова | 450 | 0,02 | - | - | 40 | 0,001 |
| Ниже г. Камышина | 680 | 0,03 | - | - | 160 | 0,008 |
| Приплотинный плес | 520 | 0,03 | - | - | 160 | 0,006 |

получены при обработке интегрированной пробы по глубине через каждый метр.

Пробы были взяты на 27 станциях в 6 водохранилищах Волго-Камского каскада (см. таблицу). Температура воды в них была одинаковой (20–23,4 °C), pH 6,8–8,4, прозрачность изменялась в пределах 1–2 м и была заметно пониженной (60 см) в камском участке Куйбышевского водохранилища до устья р. Вятки, что связано с производственной деятельностью человека (работа земснарядов на русле). На этом же участке не было „цветения” синезеленых водорослей, в то время как выше по р. Каме и в волжских водохранилищах оно наблюдалось повсеместно.

В августе 1987 г. в обследованных водоемах зарегистрировано 25 видов бесцветных жгутиконосцев, относящихся к 7 отрядам:

1. Отр. Choanoflagellida Kent: *Monosiga ovata* Kent, *Codonosiga botrytis* (Ehrnb.) Kent, *Protospongia haeckeli* Kent, *Salpingoeca amphora* Kent.

2. Отр. Bicosoecida Grasse et Deflandre: *Bicoeca lacustris* Clarke, *B. planctonica* Kiss, *B. tubiformis* Skuja.

3. Отр. Kinetoplastida Honigberg: *Bodo saltans* Ehrenberg, *B. minimus* Klebs, *B. angustatus* (Stein) Bütschli, *B. curvifilus* Griessmann, *B. repebs* Klebs, *B. globosus* Stein, *B. rostratus* (Kent) Klebs, *Bodo* sp., *Pleuromonas jaculans* Perty, *Rhynchomonas nasuta* Klebs.

4. Отр. Cercomonadida Mylnikov: *Cercomonas* sp. (*longicauda*), *Bodomorpha reniformis* Hollande.

5. Отр. Chrysomonadida Stein: *Monas* sp., *Oicomonas* sp., *Anthophysa vegetans* Stein.

6. Отр. Euglenida Bütschli: *Anisonema* sp., *Petalomonas pusilla* Stein.

7. Отр. Cryptomonadida Ehrenberg: *Cyatomonas truncata* Fromental.

Наибольшее видовое разнообразие пришлось на отряды Kinetoplastida и Choanoflagellida. В Воткинском и Нижне-Камском водохранилищах видовое разнообразие было больше, чем в нижеволжских, и заметно выше роль воротничковых жгутиконосцев и бикозоецид. Наибольшей численностью и биомассой отличались и Нижне-Камское, и Воткинское водохранилища (см. таблицу), в последнем зарегистрирован их максимум. Эти значения дают в основном воротничковые и бикозоециды (в частности, *Bicoeca lacustris*). В Нижне-Камском водохранилище большие показатели численности и биомассы сохраняются, хотя на 2 станциях в районе р. Белой жгутиконосцы представлены лишь единичными экземплярами.

Таким образом, в течение ряда лет (1972, 1975, 1987 гг.) в волжских водохранилищах по направлению к югу наблюдается

тенденция снижения численности и биомассы жгутиконосцев и уменьшение их видового разнообразия.

Л и т е р а т у р а

1. Ж у к о в Б.Ф. Бесцветные жгутиконосцы в планктоне волжских водохранилищ // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1974. № 23.
2. Ж у к о в Б.Ф. Зоофлагеллаты в планктоне волжских водохранилищ: Биология, морфология и систематика водных организмов. Л., 1976.
3. Ж у к о в Б.Ф. Зоофлагеллаты в планктоне Камы и ее водохранилищ // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1977. № 36.
4. Ж у к о в Б.Ф. Зоофлагеллаты в планктоне Чебоксарского водохранилища в 1986 году // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1988. № 80.
5. М е т о д и к а изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975.

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

УДК 593.1

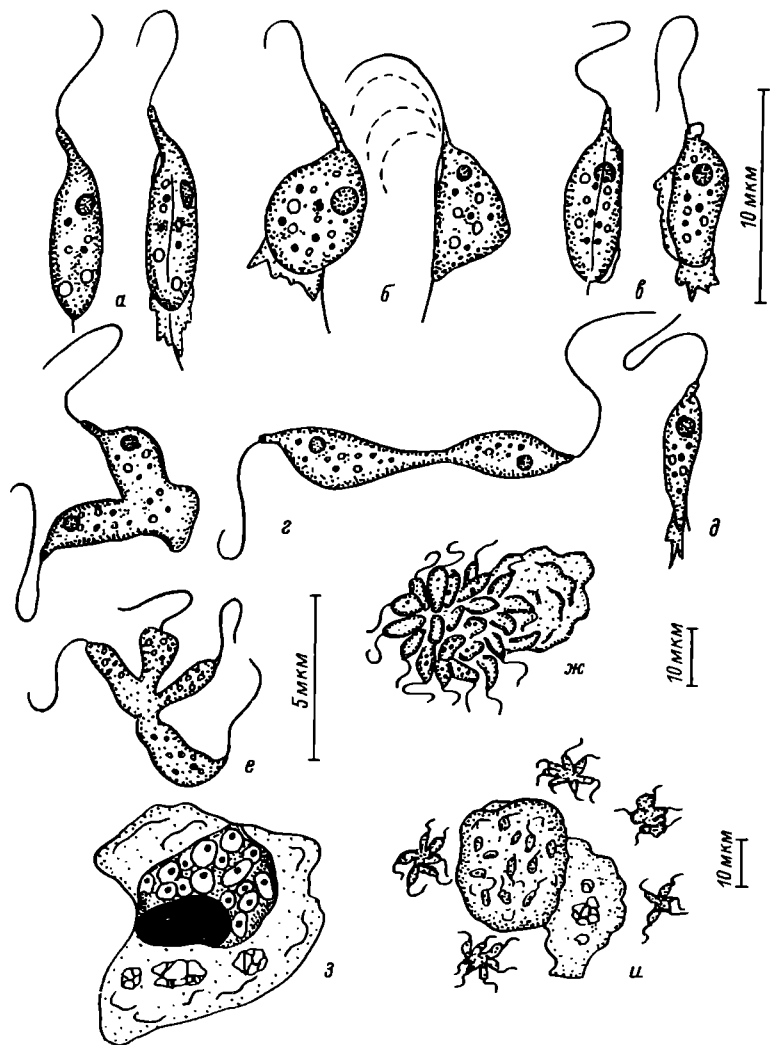
А.П. М ы л ь н и к о в

МОРФОЛОГИЯ И БИОЛОГИЯ ЖГУТИКОНОСЦА *CERCOMONAS MARINA* SP. N.

Фауна морских бесцветных амебоидных жгутиконосцев изучена недостаточно. Обычно авторы приводят данные лишь о родовой принадлежности мелких флагеллат. Между тем в морских водоемах обитает значительное количество их видов [5]. В пробах воды, взятой из прибрежной зоны Баренцева моря вблизи пос. Дальние Зеленцы Мурманской обл., мы обнаружили флагеллаты, сходные с представителями рода *Cercomonas* Dujardin (= *Cercobodo* Krassiltchik).

Выделенный клон А-3 вида *Cercomonas marina* sp. n. культивировали в искусственной морской среде Шмальца-Пратта с добавлением бактерий *Aerobacter aerogenes*. Наблюдения проводили в чашках Петри с использованием методов фазового и интерференционного контраста на микроскопе Interphako-Peraval (ГДР). Фиксированные реактивом Шаудина препараты окрашивали железным гематоксилином.

Пересаженные в свежую среду жгутиконосцы клона А-3 малоподвижны. Форма их тела обычно овальная или удлинено-овальная (см. рисунок, а). Длина клетки составляет 3-8 мкм, ширина - 2-4 мкм. На переднем конце тела располагается



Форма и размеры клеток *Cercomonas marina* sp. n.

а - обычная форма вегетативных клеток; б - питающиеся особи; в - образование псевдоподий у подвижных клеток; г - деление клетки; д - форма клеток при отмирании культуры; е, ж - образование агрегатов клеток; з - окрашенный препарат агрегата; и - образование мелких агрегатов вокруг крупных.

небольшой вырост – хоботок. Передний жгутик длиной 3–5 мкм проходит внутри хоботка и совершает круговые или реже гребные движения (см. рисунок, б). Задний жгутик (его длина 8–12 мкм) находится на поверхности клетки, обращенной к субстрату. Другой более короткий жгутик (3–5 мкм) направлен вперед. Базальные тела жгутиков малозаметны.

Ядро с небольшим ядрышком лежит вблизи переднего конца клетки. Цитоплазма обычно содержит 2–10 небольших светопреломляющих гранул, а также пищеварительные вакуоли с бактериями. Сократительная вакуоль не выявлена. Питающиеся особи выпускают неветвящиеся псевдоподии, которые чаще располагаются сзади клетки (см. рисунок, а–в). После захвата бактерии псевдоподия втягивается в клетку. У питающейся особи задний жгутик малозаметен.

После небольшой лаг-фазы развития культуры жгутиконосцы переходят к быстрому размножению, и их двигательная активность увеличивается. Некоторые особи начинают плавать. Однако большинство жгутиконосцев обычно скользит по субстрату – дну чашки Петри или поверхностной пленке воды. В момент деления клетки сначала удваиваются жгутики, потом ядро. Дочерние особи связаны протоплазматическим мостиком, который затем рвется (см. рисунок, г). При отмирании культуры в чашке Петри появляются веретеновидные клетки (см. рисунок, д). На окрашенных препаратах заметны жгутики, хоботок, ядро, темные гранулы и пищеварительные вакуоли. Кинетопласт не выявлен.

При достижении максимума численности (на 5–8-е сутки после инокуляции) в культуре возникают отдельные тесно прижатые друг к другу особи. Затем количество таких слипшихся клеток увеличивается и образуются агрегаты, содержащие 4–80 особей, соединенных задней частью своего тела друг с другом (см. рисунок, е, ж). Форма таких агрегатов более или менее шаровидная, диаметр их составляет 10–30 мкм. Работа задних жгутиков в агрегатах незаметна, тогда как передние активно двигаются. Обычно с одной стороны агрегата происходит полное слияние клеток и образуется крупная псевдоподия. В зрелых агрегатах клетки сливаются полностью, и границы между ними исчезают. На окрашенных препаратах внутри агрегатов заметно сильноокрашенное образование, возможно сформировавшееся за счет слившихся ядер (см. рисунок, з).

Слияние клеток – единственный способ образования агрегатов. Его можно ускорить путем концентрации суспензии особей центрифугированием. После такой операции минимальное время образования агрегатов составляет 1 сут. Некоторые свободно передвигающиеся клетки при соприкосновении с агрегатом теряют подвижность. В некоторых случаях рядом с крупным агрегатом образуется несколько небольших (см. рисунок, и). Сегрегация, фрагментация или почкование агрегатов не отмечены. После отсаживания в препарат „висячая капля”

агрегаты через 3 сут погибают. Цист данный вид не образует. Однако установлено, что в течение 3 нед после высыхания среды особи сохраняют жизнеспособность.

Полученные данные говорят о том, что исследованный жгутиконосец по ряду признаков – образованию псевдоподий, гетеродинамичности жгутиков, отсутствию цитостома и кинетопласта, жизненному циклу – соответствует диагнозу рода *Cercomonas* [1]. Причем *C. marina* отличается от всех известных видов этого рода наличием хоботка на переднем конце клетки. Определенное сходство наблюдается и с представителями рода *Amastigomonas* De Saedeleer, в частности *Amastigomonas* sp. [1], несущими на переднем конце небольшой подвижный хоботок. Однако у него передний жгутик значительно редуцирован, а задний малозаметен. Кроме того, у этого жгутиконосца Дж. Хамаром [4] найден кинетопласт.

Агрегаты *Cercomonas marina* не соответствуют многоядерным плазмодиям некоторых представителей отряда *Cercomonadida* [2]. У последних плазмодий формируется в результате незавершенного цитокинеза, тогда как у *C. marina* – в результате слияния клеток. В этом данный жгутиконосец сходен с *Thaumatomonas lauterborni* [3]. Однако для последнего характерны сегрегация и фрагментация плазмодия, которые для *Cercomonas marina* не отмечены. Вероятно, более подробное изучение биологии *C. marina* и других амебоидных жгутиконосцев позволит прояснить роль агрегатов в жизненном цикле этих простейших.

Л и т е р а т у р а

1. Ж у к о в Б. Ф. Определитель бесцветных свободноживущих жгутиконосцев подотряда *Bodonina* Hollande // Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л., 1971.
2. М ы л ь н и к о в А. П. Биология и ультраструктура амебоидных жгутиконосцев *Cercomonadida* ord.n. // Зоол. журн. 1986. Т. 65, вып. 5.
3. Ш и р к и н а Н. И., С е л и в а н о в а Г. В. Особенности жизненного цикла бесцветного жгутиконосца *Thaumatomonas lauterborni* (Kinetoplastida, *Thaumatomonadidae*) // Зоол. журн. 1982. Т. 61, вып. 6.
4. H a m a r J. Some new zooflagellates from Hungary // Tiscia, 1979. Vol. 14.
5. L i g h t h a r t B. Planktonic and benthic bacterivorous protozoa at eleven stations in Puget Sound and adjacent Pacific Ocean // J. Fish. Res. Board Can., 1969. Vol. 26, N 2.

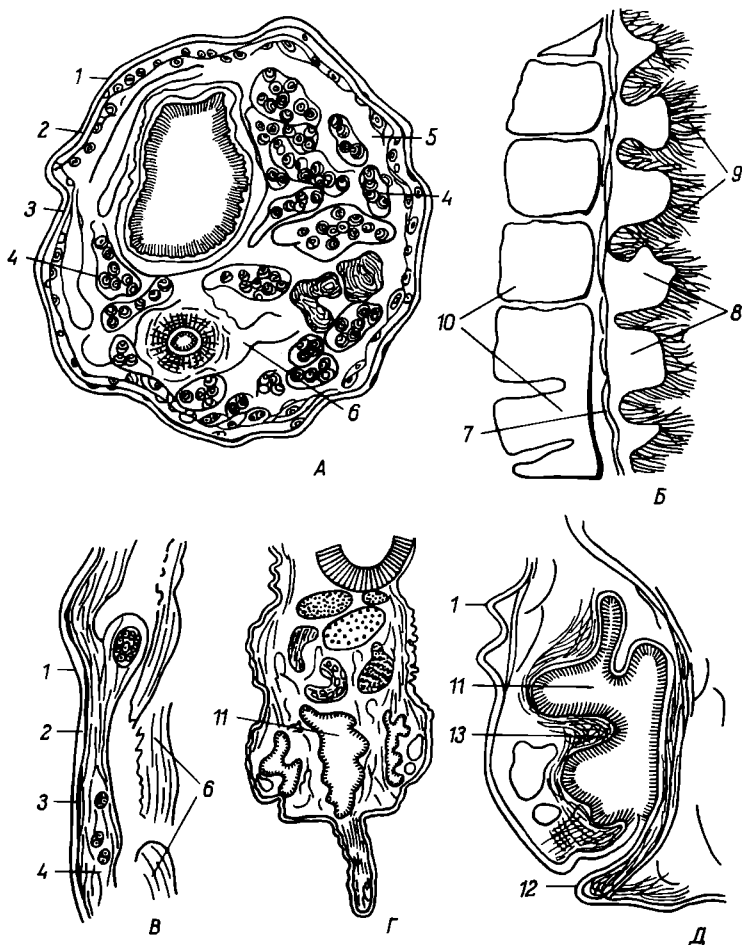
Институт биологии внутренних вод
им. И. Д. Папанина АН СССР

П.Г. Ошмарин, Т.И. Жарикова

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СТРОЕНИЯ ГЕМИУРАТ
(TREMATODA: HEMIURATA), ИМЕЮЩИХ
ХВОСТОВОЙ ПРИДАТОК

Трематоды подотряда Hemiurata Markevitsch, 1951 – большая группа паразитов амфибий и рыб, главным образом морских, реже – пресноводных. Примечательна способность многих гемиурат втягивать заднюю часть тела в переднюю. В настоящей статье рассматриваются некоторые черты строения таких представителей на примере *Tubulovesicula muraenesocis* Jamaguti, 1934 и *Uterovesiculurus* sp. (см. рисунок), найденных у ящероголовых рыб *Saurida tumbil* и *Trachynoecephalus myops* (сем. Synodidae) в Сиамском и Тонкинском заливах Южно-Китайского моря во время работы Советско-Вьетнамской ихтиологической экспедиции в 1959–1961 г. Изучены окрашенные квасцовым кармином тотальные препараты и поперечные срезы *Tubulovesicula muraenesocis*, а также продольные срезы *Uterovesiculurus* sp., окрашенные по Маллори.

Общая длина тела трематод *Tubulovesicula muraenesocis* 3–8,5 мм, наибольшая толщина 0,88–1,45 мм. Толщина наружной симпластической части тегумента 4 мкм, базальной мембраны – меньше 1 микрона. К последней примыкают размещенные в один ряд поперечные мышечные волокна толщиной 1–1,2 мкм. За ними следует слой протоплазмы, соответствующий погруженной плазматической части слабо развитого тегумента, в котором не замечены цитоны каплевидной, грушевидной или амебовидной формы, обычные для этой части тегумента и других трематод. Слой протоплазмы представляет собой симпластическое образование неодинаковой толщины по окружности тела гельминта, в нем различается тонкая фибриллярность. Этот слой соответствует „волокнистому слою” кожно-мышечного мешка [1]. Продольные мышечные волокна не образуют у трематод сплошного мышечного слоя, а сгруппированы в пучки, число которых по окружности тела гельминта равно 62. Размеры поперечных срезов разных пучков неодинаковы, например поперечный срез пучка из 8 волокон равен 16 x 11 мкм. Число волокон в пучке колеблется от 2 до 16, толщина одного волокна 3 мкм. Тегумент у описываемых трематод отделен от внутренних органов кольцевидными полостями. В части тела, расположенной позади брюшной присоски, трематода лишена характерной для плоских червей паренхимы. Имеются более или менее крупные протоплазматические образования, их размеры и форма определяются взаиморасположением органов и петель



Строение внутренних органов гемиурат.

Tubulovesicula muraenesocis: А - поперечный разрез, Б - участок стенки кишечника, В - участок тегумента; *Utero-vesiculurus* sp.: Г - продольный разрез, Д - область пищеварительной камеры, 1 - наружная симпластическая часть тегумента; 2 - базальная мембрана и слой поперечных мышечных волокон; 3 - симпластическое образование; 4 - пучки волокон продольной мускулатуры; 5 - кольцевидные полости, отделяющие тегумент от внутренних органов; 6 - протоплазматическое образование, заполняющее пространство между органами; 7 - базальная мембрана кишечной стенки и продольные мышечные волокна; 8 - симпластическое образование; 9 - щеточная каемка; 10 - плазматическое образование, окружающее кишечник; 11 - полость кишечника, 12 - коль-

матки, промежутки между которыми они заполняют. Протоплазма насыщена тончайшими волокнами.

Диаметр кишечных трубок неодинаков; суженные, перетянутые их участки чередуются с шаровидно расширенными. В стенках кишечника имеются продольные внутренние и кольцевые наружные мышечные волокна. Они располагаются обособленно, приблизительно на расстоянии толщины волокна друг от друга. В суженных участках кишечных трубок мышечные волокна вследствие сокращения утолщены и сближены, а в расширенных — **утончены** и более удалены друг от друга. Внутри от слоя продольных мышечных волокон находится базальная мембрана, которая подстилает протоплазматическое образование, соответствующее кишечному эпителию других трематод. Этот слой образует трех- и четырехугольные выросты. На поверхности этого слоя находятся микроворсинки, утончающиеся от основания к вершине и располагающиеся нестрого параллельно друг другу, поэтому в целом **бациллярный** слой выглядит „взъерошенным“. Полость кишечника заполнена зернистым субстратом. К кишечным трубкам снаружи примыкает цитоплазматический слой с неровной поверхностью.

Описанные у *T. muraenesocis* трех- и четырехугольные выросты симпластического образования, гомологичного кишечному эпителию, указывают на существование у гемиурат большого разнообразия в строении кишечника в соответствии с особенностями питания разных видов.

При изучении продольных срезов трематоды *Uterovesiculurus* sp. (сем. *Dinuridae*) установлена хорошо выраженная пищеварительная камера. Общая длина тела 2.38 мм, в том числе передняя часть, включая брюшную присоску, — 1.21 мм, задняя — 1.17 мм. Наружная симпластическая часть тегумента выглядит гомогенной, толщина ее 7 мкм. На брюшной стороне трематоды в области полового отверстия наружная часть тегумента с дистальной стороны имеет мелкие сморщенные неровности. Проксимальная поверхность этого слоя более или менее гладкая. Толщина тегумента в этом месте достигает 16 мкм. При сокращении продольной мускулатуры кожно-мышечного мешка наружная симпластическая часть тегумента вместе с подлежащей мембраной и поперечными мышечными волокнами образует более или менее крупные складки различной формы: треугольной, закругленной, с двумя закругленными вершинами и др.

Продолжение подписи к рисунку.

цевая складка тела, закрывающая вход в пищеварительную камеру; 13 — наружная симпластическая часть тегумента в пищеварительной камере.

Передняя часть трематоды, включающая брюшную присоску, содержит поперечные, продольные, диагональные и спинно-брюшные мышечные волокна и их пучки. В задней части тела выделяются продольные мышечные волокна, но отсутствуют спинно-брюшные и диагональные. Погруженная часть тегумента, как и у *Tubulovesicula muraenesocis*, представляет собой симпласт неодинаковой толщины в разных участках тела. Хвостовой придаток втянут в собственно тело. Тегумент образует здесь пояс и пищеварительную камеру. Позади пояса тегумент выступает в виде кольцевой складки, закрывающей вход в пищеварительную камеру. Надо полагать, что объем пищеварительной камеры и степень ее изолированности от окружающей гельминта среды могут регулироваться организмом в активном процессе питания. Степень и момент наполнения пищеварительной камеры пищей, освобождение ее от непереважившихся остатков также должны быть необходимым элементом процесса питания, в котором принимает участие описанная структура.

Разнообразие строения поверхности симпластической части тегумента, ее способность образовывать различного рода складки указывают на ее физиологическую активность и разнообразие функциональных назначений.

Строение симпластического слоя наружной части тегумента в пределах пищеварительной камеры сильно изменено. Он здесь как бы взрыхлен и вследствие этого приблизительно в 2 раза утолщен. Взрыхление объясняется тем, что дистальная сторона слоя образует соединенные у основания и слегка расходящиеся к вершинам ресничкоподобные образования. За пределами пищеварительной камеры такого изменения тегумента не обнаружено. Объяснить описанные изменения органа пока не представляется возможным, но естественно предположить, что возникновение ворсинкоподобных образований связано с пищеварением.

Л и т е р а т у р а

1. Ч у б р и к Г.К. Морфофункциональное приспособление у гермафродитного поколения трематод к паразитическому образу жизни в окончательных хозяевах // Паразитология. 1982. Т. 16, № 1.

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

А.В. В о л о д и н

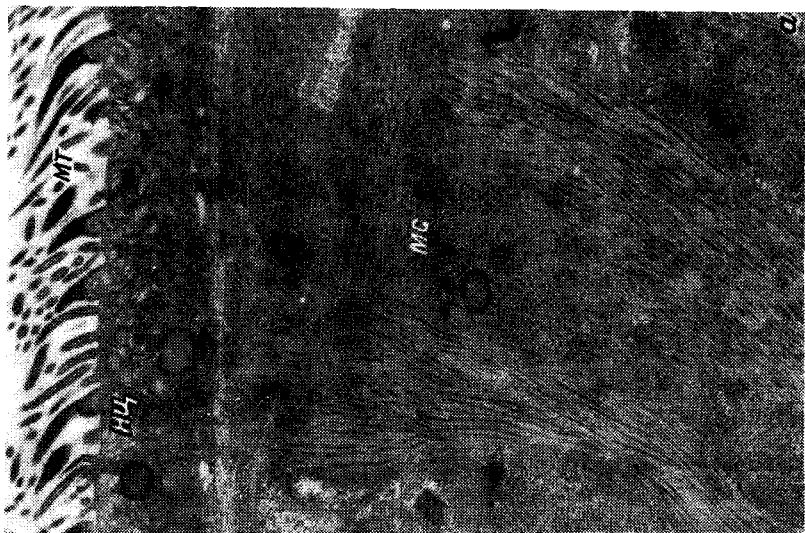
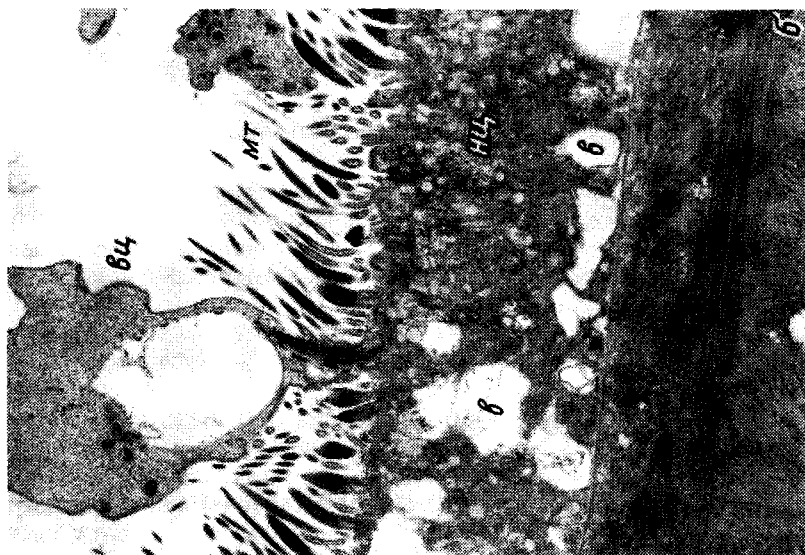
ДЕЙСТВИЕ ФЕНАСАЛА НА УЛЬТРАСТРУКТУРУ
ПОКРОВОВ ЦЕСТОДЫ *TRIAENOPHORUS*
NODULOSUS

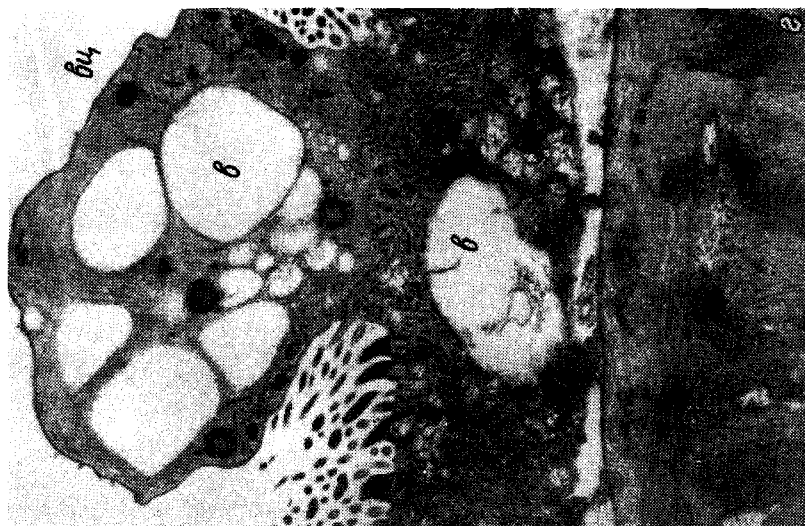
Для углубления знаний о механизме действия антигельминтных препаратов важно изучать их влияние на ультраструктуру тканей гельминтов. Метод электронной микроскопии позволяет регистрировать самые незначительные изменения, происходящие в клетках организма, дает возможность выявлять сходство и различие в действии разных противопаразитарных средств, а также видовые особенности реакции гельминта. В настоящей работе приводятся результаты изучения ультраструктуры покровов цестоды *Triaenophorus nodulosus* - паразита щуки - при действии фенасала в опытах *in vitro*.

Половозрелых червей *T. nodulosus* из кишечника щук Рыбинского водохранилища помещали в раствор Рингера, содержащий 10 мкг/мл фенасала, на 0,5, 1, 2 и 4 ч. Контрольных особей выдерживали в течение 4 ч в этом же растворе без фенасала. Для электронной микроскопии материал обрабатывали по общепринятой методике. Покровы (тегумент) *T. nodulosus* имеют типичное для цестод строение: поверхностный цитоплазматический, фибриллярный, мышечный и клеточный слои. Безъядерный цитоплазматический слой (синцитий), ограниченный наружной и базальной мембранами, образует на поверхности довольно длинные микротрихии и содержит мелкие, относительно немногочисленные электронно-плотные палочковидные тела, а также небольшое количество митохондрий (см. рисунок, а, д). Тегумент сколекса отличается от средней части тела червя значительным количеством конусовидных микротрихий большого

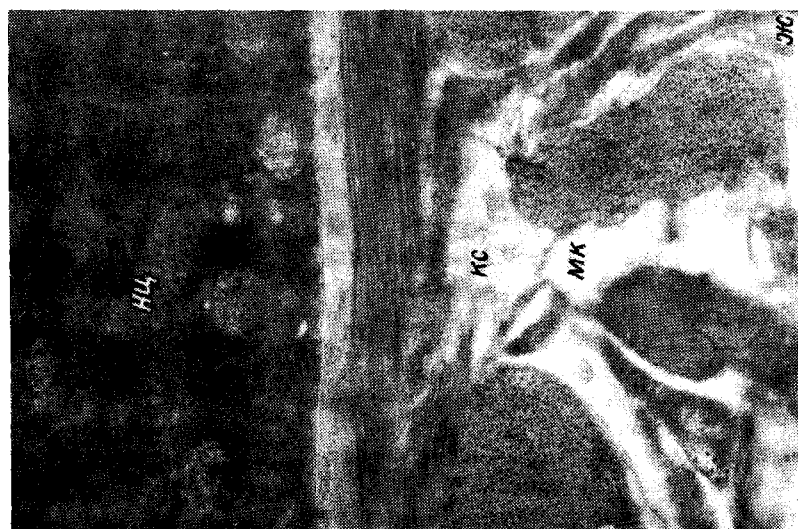
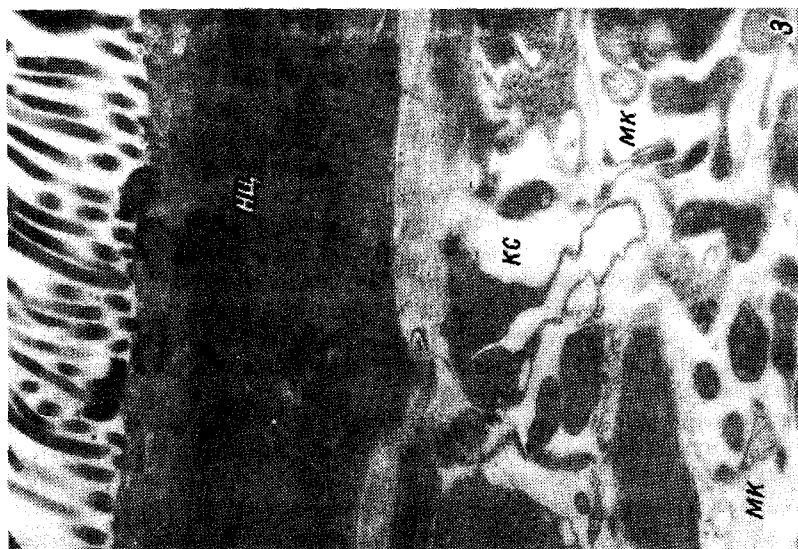
Изменение ультраструктуры покровов *Triaenophorus nodulosus* при воздействии фенасалом.

а-г - сколекс: а - тегумент (контроль); б - вакуолизация цитоплазматического слоя, образование выпячиваний цитоплазмы, появление пузырьков в мышечном слое; в - увеличение количества пузырьков; г - увеличение размеров выпячиваний наружной цитоплазмы. д-з - средняя часть тела: д - тегумент (контроль), е - появление выпячиваний наружной цитоплазмы, ж - увеличение размеров межклетников, з - деструкция клеточного слоя, а-з - $\times 16\ 000$, нц - наружный цитоплазматический слой тегумента, мс - мышечный слой, кс - клеточный слой, вц - выпячивания цитоплазмы, мт - микротрихии, в - вакуоли, мк - межклетники, эп - электронно-прозрачные пузырьки.









диаметра с длинной электронно-плотной апикальной частью, наличием выростов, содержащих гранулы секрета, выводимые во внешнюю среду, и более ровной базальной пластинкой. Клетки тегумента образуют цитоплазматические выросты, которыми соединяются с наружным синцитиальным слоем. Они обладают всем набором органелл, характерным для животной клетки, и, кроме того, содержат электронно-плотные тельца, а в сколексе еще и гранулы секрета. От других цестод тегумент *T. nodulosus* отличается толщиной слоев, развитием и расположением мышечных пучков и низкой секреторной активностью. В литературе имеются более детальные сведения о его строении [1].

С к о л е к с. Через 0,5 ч после помещения червей *T. nodulosus* в раствор фенасала на их поверхности образовались выпячивания наружной цитоплазмы, окруженные мембраной и наполненные гомогенным содержимым с редкими гранулами секрета. В цитоплазматическом слое появились многочисленные вакуоли и мелкие везикулы. В мышечном слое между пучками мышц возникли группы электронно-прозрачных пузырьков (см. рисунок, б). Через 1 ч число пузырьков в группах и количество последних в мышечном слое увеличилось (см. рисунок, в). После 4-часового воздействия число и объем выпячиваний наружной цитоплазмы тегумента возросли еще больше. Они содержали многочисленные вакуоли (см. рисунок, г). Митохондрии цитоплазматического и клеточного слоев незначительно набухли.

С р е д н я я ч а с т ь т е л а. Через 0,5 ч изменений ультраструктуры тегумента не отмечено. Через 1 ч на поверхности тела червя появились отдельные, весьма редкие, довольно крупные выпячивания наружной цитоплазмы. Их размеры сравнимы с длиной микротрихий (см. рисунок, е). 2-часовое воздействие привело к появлению между отростками тегументальных клеток электронно-прозрачных участков (см. рисунок, ж). После 4 ч объем межклетников, лишенных электронно-плотного содержимого, значительно увеличился и произошла интенсивная деструкция клеточного слоя (см. рисунок, з). Плотность матрикса митохондрий цитоплазматического и клеточного слоев несколько уменьшилась.

Таким образом, изменения в тегументе *T. nodulosus* можно охарактеризовать как прогрессивное набухание цитоплазматического слоя сколекса, набухание и практически полную дезорганизацию клеточного слоя средней части тела с параллельным образованием выпячиваний наружной цитоплазмы и незначительным уменьшением электронной плотности матрикса митохондрий. По-видимому, вакуолизация тегумента — характерная реакция паразитических червей на действие антигельминтных препаратов. Подобные изменения описаны для моногеней [4] и цестод [2]. Образование „пузырей” и выделение их содержимого во внешнюю среду отмечено у *Bothriocephalus acheilognathi* при воздействии празиквантела [3]. Для

паразита обильное выделение секрета – типичный ответ на патогенное воздействие. Вероятно, образование выпячиваний наружной цитоплазмы тегумента, наблюдавшееся в наших опытах, можно отнести именно к такой реакции *Triacnophorus nodulosus* на воздействие фенасалом.

Л и т е р а т у р а

1. К у п е р м а н Б.И. Ультраструктура покровов цестод и ее значение для систематики // Паразитол. сб. 1980. Т. 29.
2. С к в о р ц о в а Ф.К., Т и ш е н к о Л.Г. Влияние бунамидина гидрохлорида на ультраструктуру тегумента *Echinococcus granulosus in vivo* // Тр. Всес. ин-та гельминтологии. 1985. № 28.
3. P o o l D.W. The effect of praziquantel on the pseudophyllidean cestode *Bothriocephalus acheilognathi in vitro* // Z. Parasitenk. 1985. Bd 71, N 5.
4. S c h m a l G., M e h l h o r n H. Treatment of fish parasites. 1. Praziquantel effective against Monogenea (*Dactylogyrus vastator*, *Dactylogyrus extensus*, *Diplozoon paradoxum*) // Ibid. N 6.

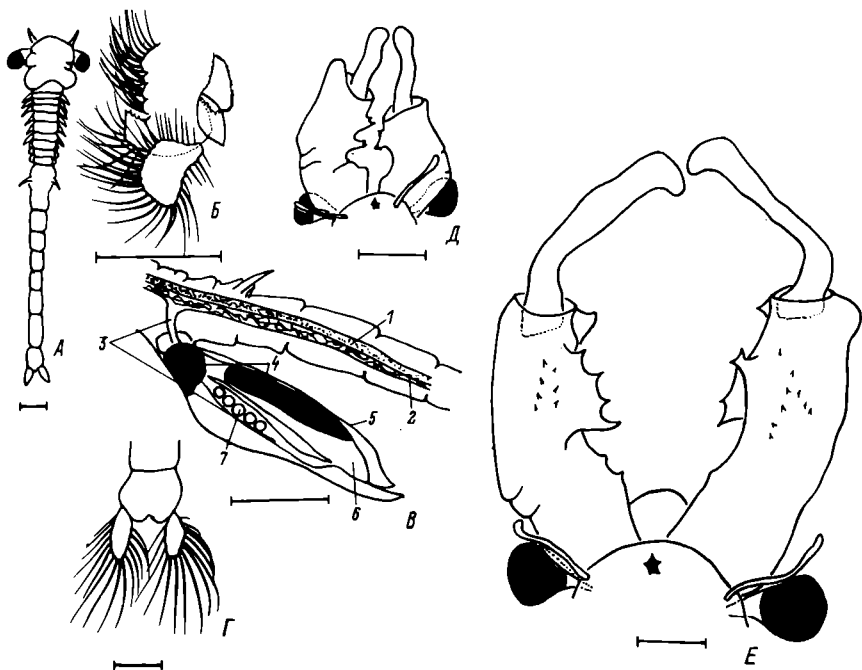
Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 591.524.12 (571.663)

Н.В. В е х о в

ГИНАНДРОМОРФИЗМ У АНОСТРАКИ *BRANCHINECTA TOLLI* (G.O. SARS, 1897) ИЗ МЕЛКИХ ВОДОЕМОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЯКУТИИ

Гинандроморфизм – редко встречающееся среди *Anostraca* явление. К настоящему времени в литературе описано 8 его случаев, и все они относятся к популяциям анострак южных водоемов аридной, полуаридной и субтропической зон. Естественный гинандроморфизм наблюдали у *Branchinecta lindahli* Packard [1, 2], *Chirocephalus diaphanus* Prevost [4, 7, 8], *Eubranchipus serratus* Forbes [5] и *Eubranchipus vernalis* (Verrill) [6]. В экспериментальных условиях выявлен гинандроморфизм у обитателя соленых вод *Artemia salina* L. при его облучении повышенными дозами радиации [3]. Однако билатеральный гинандроморфизм наблюдали только у *Branchinecta lindahli* [1, 3]: строение I и II антенны как у самца, а репродуктивных органов как у самки. Все эти аностраки – характерные представители тепловодной фауны южных районов Европы (Италия), Северной Африки (Марокко)



Морфология гинандроморфной особи (А-Д) и голова самца (Е) *Branchinecta tolli*.

А - внешний вид, Б - торакопод, В - половая система: 1 - кишечная трубка, 2 - яичник, 3 - яйцевод, 4 - скорлуповые железы, 5 - яйцевой мешок, 6 - матка, 7 - яйца в яйцеводе. Г - последний членик abdomena и фуркальные членики, Д, Е - вооружение головы. Масштаб соответствует 1 мм.

и США. В Арктике и Субарктике этого явления до сих пор отмечено не было.

При обработке материалов по жаброногам из мелких материковых водоемов арктической части Якутии (от левобережья дельты р. Лены до восточного побережья Янского залива) и юга Новосибирских островов (о-ва Столбовой и Большой Ляховский), собранных в июле-сентябре 1985 г., нами была обнаружена гинандроморфная особь - *Branchinecta tolli* (G.O. Sars, 1897). *B. tolli* - характерный представитель аборигенного комплекса жаброногов тундр Восточной Сибири и Чукотки. Учитывая, что в литературе до сих пор отсутствуют сведения о гинандроморфизме у анострок в северных водоемах, мы сочли необходимым специально остановиться на этом вопросе.

Гинандроморфная особь *B. tolli* была отловлена автором 19 августа 1985 г. в термокарстовом озере на берегу бухты Тикси близ пос. Тикси. Это был половозрелый рачок с длиной тела (без фуркальных члеников) 17.9 мм, торакса - 8.2, абдомена - 9.7, фуркальных члеников - 1.5 мм. Такие же размеры были и у самки *B. tolli* в обследованных водоемах - длина этих частей тела соответственно была равна 13.2-22.3, 6.5-10.1, 9.2-12.2 и 1.0-2.6 мм. Форма и размеры головы, вооружение первых 6 сегментов торакса, строение тораклопов аналогичны таковым самок *B. tolli*. Яичники и яйцеводы парные, скорлуповые железы и яйцевой мешок обычных для этого вида форм, строения и размеров. Яичники расположены в абдоминальном и торакальном отделах тела. В яйцеводах обнаружено 5 яиц без защитных оболочек, только что поступивших сюда из яичников (см. рисунок).

Особого внимания заслуживает вооружение головы (см. рисунок). По общему плану строения оно типично для самцов *B. tolli*: содержит двучлениковые антенны I пары и нитевидные антенны II пары, а также зубчики и выросты на базальном членике антенн II пары. Однако по размерам и форме дистального членика, соотношению размеров отдельных члеников антенн II пары гинандроморфная особь значительно отличается от самцов *B. tolli*. У нее базальный членик несколько шире и более короткий. Выrost в дистальной части на внутренней стороне антенн II пары, обычно хорошо развитый у самцов, выражен нечетко и имеет иную форму. Выросты на внутренней стороне в основании базального членика антенн II пары меньших размеров и на них нет волосков, на его верхней стороне отсутствуют мелкие шипики, образующие у самцов 2 сливающихся ближе к дистальному концу ряда. Хорошо заметны измененная форма и иные размеры дистального членика антенн II пары по сравнению с таковыми самцов этого жабронога. В отличие от последних он не изогнут внутрь, а чуть загибается и почти в 2 раза шире, более или менее равномерно утолщен на всем протяжении, а в средней его части образован волнообразный изгиб, закругленный на конце. Здесь нет характерного для самцов *B. tolli* лопатообразного расширения, направленного внутрь. По длине дистальный и базальный членики антенн II пары гинандроморфной особи равны, тогда как у самцов *B. tolli* последний из них в 1.5 раза длиннее.

Аналогичные особенности вооружения головы и строения половой системы (билатеральный гинандроморфизм) известны всего у одного вида анострок - *B. lindhali* [1], тогда как у всех остальных описанных в литературе гинандроморфов отмечено по одной антенне II пары самца и самки. Представленное в настоящей статье описание гинандроморфа *B. tolli* - всего второй известный пока случай билатерального гинандроморфизма у анострок в естественных популяциях и первый - в северных водоемах.

1. B e l k D. A gynandromorph of the fairy shrimp *Branchinecta lindahli* Packard, 1883 (*Anostraca*) // *Crustaceana*. 1978. Vol. 35, N 3.
2. B e l k D. Additional notes on *Anostracan* gynandromorph // *Crustaceana*. 1979. Vol. 37, N 2.
3. B o w e n S.A., H a n s o n J. A gynandromorph of the brine shrimp, *Artemia salina* // *Genetics*. 1962. Vol. 47, N 3.
4. C o t t a r e l l i V., M u r a G. Un caso di gynandromorfismo in *Chirocephalus diaphanus* Prevost (*Crustacea*, *Branchiopoda*) // *Riv. biol.* 1972. Vol. 65, fasc. 3.
5. D e x t e r R.M. Studies on North American fairy shrimps with the description of two new species // *Amer. Midland Natur.* 1953. Vol. 49.
6. G i s s l e r C.F. Description of hermaphroditic phyllopod crustacean (*Eubbranchipus*) // *Amer. Natur.* 1881. Vol. 15.
7. N o u r i s s o n M., L e n e l R. Sur un cas de gynandromorphisme naturel chez *Chirocephalus diaphanus* Prev (*Crustacea*, *Branchiopoda*) // *Ann. Limnol.* 1968. Vol. 4, N 1.
8. T h i e r y A. Un cas de gynandromorphisme naturel chez *Chirocephalus diaphanus* Prevost (*Crustacea*, *Anostraca*) // *Riv. idrobiol.* 1983. Vol. 23, fasc. 1.

Институт охраны природы
и заповедного дела

УДК 574.5:595.323

Т.И. Д о б р ы н и н а, Р.Я. Б р а т ч и к

ЛИСТОНОГИЕ РАКИ (CONCHOSTRACA) РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ СССР

В рыбоводных хозяйствах на территории СССР широко распространены представители отряда *Conchostraca*. Их численность в прудах бывает настолько высока, что условия выращивания молоди ценных промысловых рыб заметно ухудшаются [1, 2, 4].

Разработка эффективных методов регуляции численности листоногих раков затруднена из-за ограниченности сведений по систематике и биологии этих животных. До сих пор нет определителя по *Conchostraca* Советского Союза. В настоящем

сообщении предлагается определительная таблица половозрелых конхострак, встреченных в фауне рыбоводных хозяйств АзССР, ГССР, УзССР и МССР, Каракалпакской АССР, Краснодарского края, Ростовской, Астраханской, Тюменской и Рязанской областей и окрестностей гг. Тольятти и Волгограда.

Из 5 семейств, входящих в состав Conchostraca, в фауне рыбоводных прудов найдены представители лишь 3 - Lynceidae, Leptestheriidae и Cyzicidae. Наиболее широко распространены 2 вида: *Leptestheria dahalacensis* (Ruppel) и *Eocycticus orientalis* Daday. Значительно реже встречаются *Lynceus brachyurus* O.F. Müller и *Eoleptestheria ticinensis* (Balsamo-Clivelli). В дельте р. Волги на Александровском экспериментальном осетровом заводе и Абалакском рыбзаводе в Тюменской обл. в большом количестве обнаружены представители рода *Caenestheria*, видовая принадлежность которых пока не установлена [3]. Единично встречается *Cyzicus tetracerus* Krynicki (Рязанская обл., МССР).

Определительная таблица Conchostraca

- 1(2). Раковина не имеет полос прироста, трункус несет 10-12 пар ног, тельсон укорочен, с очень маленькими коготками, вооружен многочисленными волосками сем. Lynceidae, *Lynceus brachyurus* O.F. Müller
- 2(1). Раковина имеет полосы прироста, трункус несет 17-32 пары ног. Тельсон более или менее удлинённый, сжатый с боков, вооружен по дорсальному краю шипами.
- 3(6). Ротрум со щетинкой (рис. 1, а, б), шипы тельсона мелкие, почти одного размера (рис. 2, а, б) сем. Leptestheriidae
- 4(5). Затылок оттянут назад, заостренный (рис. 1, а), дорсомедиальное вооружение представлено короткими шипами (рис. 2, а). *Leptestheria dahalacensis* (Ruppel)
- 5(4). Затылок широко округлый (рис. 1, б), дорсомедиальное вооружение состоит из длинных, перекрывающих друг друга шипов (рис. 2, б) сем. Eoleptestheria ticinensis (Balsamo-Clivelli)
- 6(3). Ротрум без щетинки (рис. 1, в, г), шипы тельсона неодинаковые, имеется 1 пара крупных проксимальных шипов, остальные значительно меньше и различаются по величине в 1.5-2 раза (рис. 2, в, г) сем. Cyzicidae
- 7(8). Раковина без щетинок вдоль полос прироста, 5-7 задних сегментов трункуса несут по одиночному шипу (рис. 2, г) *Eocycticus orientalis* Daday
- 8(7). Раковина со щетинками вдоль полос прироста, не более 1-3 задних сегментов трункуса могут нести по одиночному шипу.

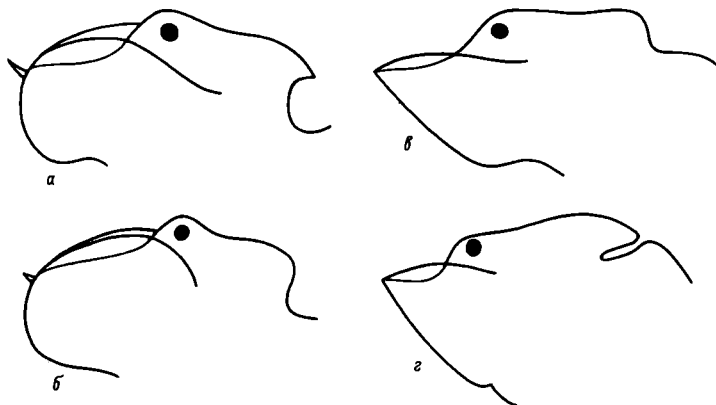


Рис. 1. Форма головы.

а - *Leptestheria dahalacensis*, б - *Eoleptestheria tici-*
nensis, в - *Caenestheria* sp., г - *Cyzicus tetracerus*.

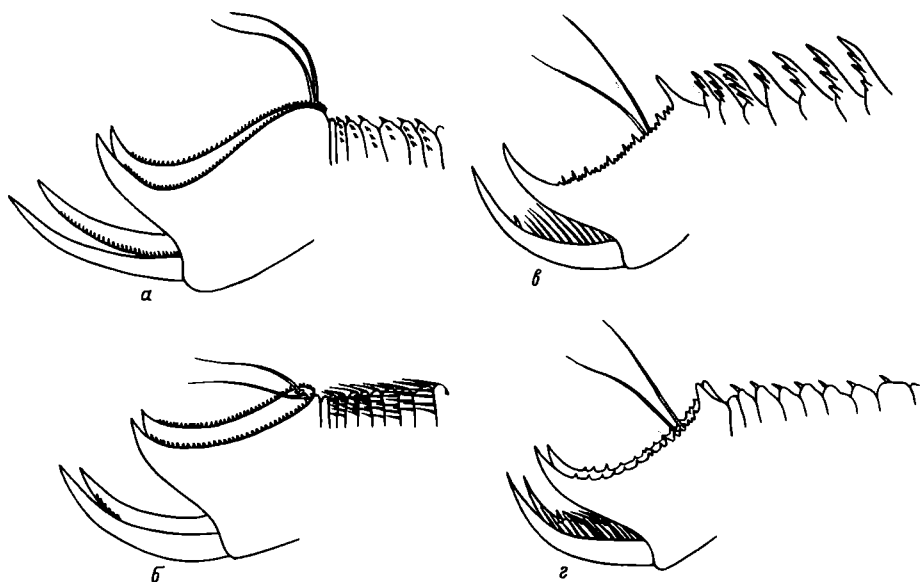


Рис. 2. Структура дорсомедиального вооружения и тельсона.

а - *Leptestheria dahalacensis*, б - *Eoleptestheria tici-*
nensis, в - *Cyzicus tetracerus*, г - *Eocyzicus ori-*
entalis.

- 9(10). Затылок сильно оттянут назад и образует узкую, длинную шель (рис. 1, г) . *Cyzicus tetracerus* Krynicki
- 10(9). Затылок оттянут назад несильно или вообще не оттянут и шели не образует (рис. 1, в) . *Caenestheria* sp.

Л и т е р а т у р а

1. А л е к с е е в Н.К. Биоценологическое значение листоногих ракообразных в рыбоводных прудах // Вопр. ихтиологии. 1965. Т. 5, вып. 1.
2. А с к е р о в М.К., С и д о р о в П.А. Биология листоногих раков в прудах осетровых рыбоводных заводов и борьба с ними // Тр. Азерб. науч.-иссл. рыбовод. лаборатории. М., 1964. Т. 4, вып. 1.
3. Б р а т ч и к Р.Я. Морфологические особенности постэмбрионального развития *Caenestheria* sp. (Conchost-raca, Cyzicidae) // Морфология и биология пресноводных беспозвоночных. Рыбинск, 1980.
4. М и р о ш н и ч е н к о М.П. Листоногие раки в прудах Волгоградского осетрового рыбоводного завода // Тр. Волгоград. отделения ГосНИОРХ. Волгоград, 1971. Т. 5.

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

УДК 574.632.017

Л.П. Т е л и ч к о, Т.И. Д о б р ы н и н а,
Н.В. В о л ч к о в

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ СОЕДИНЕНИЙ РЯДА N-(ДИФТОРБЕНЗОИЛ)-N' (4-ХЛОРФЕНИЛ) МОЧЕВИНЫ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ *EOCYZICUS ORIENTALIS* DADAY (CRUSTACEA, CONCHOSTRACA)

Соединения ряда N-(дифторбензоил)-N' (4-хлорфенил) мочевины относятся к димилиноподобным веществам, характеризующимся специфичным и избирательным действием на насекомых, связанным с ингибированием синтеза хитина. Димилиноподобные препараты применяют для уничтожения насекомых-вредителей. После обработки сельскохозяйственных полей и лесов инсектициды попадают в водоемы и оказывают токсическое действие на ракообразных [3, 4].

Целью проведенных исследований была сравнительная оценка краустацидных свойств 4 соединений, различающихся положением атомов фтора, в концентрации 0.01 мг/л:

Действие соединений ряда N-(дихлорбензоил)-N'(4-хлорфенил) мочевины на *Eosyzicus orientalis*

| № соединения | Продолжительность, ч | Частота линек, сут ⁻¹ | Частота кладок, сут ⁻¹ | t ₁ , ч | t ₂ , ч | t ₃ , ч |
|--------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | $\frac{62+11}{55+7}$ | $\frac{0.29+0.10}{0.04+0.04}$ | 0.32 \pm 0.11 | 29 \pm 8 | 90 \pm 27 | 108 \pm 20 |
| 2 | $\frac{106+12}{115+13}$ | $\frac{0.18+0.04}{0.26+0.05}$ | 0.23 \pm 0.03 | 42 \pm 5 | 28 \pm 4 | 56 \pm 5 |
| 3 | $\frac{106+14}{99+13}$ | $\frac{0.20+0.06}{0.20+0.05}$ | 0.23 \pm 0.06 | 66 \pm 13 | 24 \pm 0 | 48 \pm 0 |
| 4 | $\frac{164+7}{178+13}$ | $\frac{0.20+0.03}{0.16+0.02}$ | 0.17 \pm 0.03 | 85 \pm 13 | 24 \pm 0 | 82 \pm 16 |
| Конт-роль | $\frac{320+49}{276+27}$ | $\frac{0.19+0.02}{0.18+0.02}$ | 0.17 \pm 0.02 | 85 \pm 13 | 28 \pm 3 | 48 \pm 0 |

Примечание. Над чертой - самки, под чертой - самцы.
t₁ - время пребывания самки в растворе токсиканта до формирования кладки, t₂ - время от залития яиц водой до появления первых науплиев, t₃ - время от залития яиц водой до появления максимального числа науплиев.

1. N-(2.6-дифторбензоил)-N'(4-хлорфенил) мочевины,
2. N-(2.4-дифторбензоил)-N'(4-хлорфенил) мочевины,
3. N-(2.3-дифторбензоил)-N'(4-хлорфенил) мочевины,
4. N-(3.4-дифторбензоил)-N'(4-хлорфенил) мочевины.

При проведении токсикологических экспериментов использовали методические указания [1]. В качестве текст-объекта был взят *Eosyzicus orientalis* Daday. В сосуды объемом 30 см³ помещали по 2 животных (самца и самку), предварительно выращенных в аквариуме. Ежедневно меняли опытные растворы и воду в контроле, а также кормили животных культурой хлореллы. Эксперименты с каждым соединением проводили в 9 повторностях при температуре 20-22 °C и pH 7.8. Сосуды просматривали 2 раза в сутки, при этом отмечали состояние животных и регистрировали продолжительность жизни, количество кладок и линек. Яйца, отложенные самками во время эксперимента, собирали со дна сосудов и держали в течение 5 мес в холодильнике при температуре 5 °C. В дальнейшем их помещали в сосуды с отстоянной водопроводной водой с температурой 20-22 °C и наблюдали за характером выклева и развитием науплиев.

Токсическое действие соединений проявлялось во всех случаях (см. таблицу). Продолжительность жизни рачков в опытных растворах, особенно в растворе 1, была короче, чем в контроле. Помимо этого в кладках, образованных рачками в растворе 1, было много пустых яйцевых оболочек, что отрази-

лось на низкой численности потомства подопытных животных. Длительность эмбриогенеза увеличивалась более чем в 3 раза. Из кладок же, образованных через 48 и более часов после начала опыта, выклева науплиев вообще не наблюдалось. Растворы 2-4 такого воздействия не оказывали, выклев науплиев происходил из всех без исключения кладок.

В растворах 1 и 2 образовались асимметричные кладки. Иногда яйца имели неоформленный вид (соединение 1), нехарактерный белый цвет (соединение 2). В растворах 2 и 4 выклев науплиев неоднократно происходил сразу же после откладки яиц, без типичной для этих рачков паузы [2]. В одном случае науплии выклюнулись непосредственно из яйцевых пакетов, еще находившихся на самке (соединение 4). Часть науплиев, появившихся в растворах 3 и 4, дожила до Y-YI постпарвальных стадий, при этом патологических изменений в развитии не отмечено.

Все испытываемые соединения не влияли на частоту линек и кладок животных, хотя гибель при линьке или сразу же после нее в растворах отмечалась в 2-3 раза чаще, чем в контроле. Наибольшей крустацидной активностью обладало соединение 1, наименьшей - 4. Соединения 2 и 3 по крустацидным свойствам были близки между собой.

Таким образом, соединения ряда N-(дифторбензоил)-N'(4-хлорфенил)мочевины в концентрации 0.01 мг/л не оказали непосредственного летального действия на *E. orientalis*. Однако они сокращали продолжительность жизни животных и снижали их плодовитость.

Л и т е р а т у р а

1. С а л а з к и н А.А. Методика постановки опыта по определению влияния различных ядохимикатов на водных беспозвоночных // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Л., 1983. Вып. 196.
2. M a t t o x N.T., V e l a r d o Y.T. Effect of temperature on development of the eggs of a conchost-racan phyllopod, *Caenestheriella gynecia* // Ecology. 1950. Vol 31, N 4.
3. M i u r a T., T a k a h a s h i R.M. Insect developmental inhibitors. Effects of candidate mosquito control agents on nontarget aquatic organisms // Environ. Entomol. 1974. Vol. 3, N 4.
4. V a n B u s s c h b a c h E.J. General review on application possibilities of „Dimilin" // Phytopham. 1975. Vol. 24, N 3.

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

Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского АН СССР

В.М. В о п о д и н

СОСТОЯНИЕ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РЫБ
В СЕВЕРО-ШЕКСНИНСКОМ ПЛЕСЕ
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Зимой 1986/87 г. после аварийного сброса сточных вод в районе г. Череповца произошла массовая гибель рыбы в Северо-Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища [1-3]. По свидетельству очевидцев, у части выживших особей, в период, когда водоем еще был покрыт льдом, наблюдалось свободное вытекание икры. Для оценки экологических последствий допущенного загрязнения перед нами была поставлена задача исследовать состояние воспроизводительной системы рыб в плесе и определить возможность их последующего размножения и восстановления подорванных запасов.

В трех экспедиционных рейсах в мае, июне и в конце августа 1987 г. было исследовано более 500 особей 9 видов рыб, из которых у 157 экз. гистологически изучали гонады. Наибольшее количество материала собрано в мае, т. е. непосредственно в нерестовый сезон: с его помощью предстояло ответить на вопрос, как повлияло загрязнение на размножение рыб в плесе весной 1987 г. Летне-осенние сборы должны были предсказать возможность размножения выживших рыб в 1988 г. Материал получен из исследовательских траловых уловов, а также из уловов промыскаков. Основу составили лещ и синец; плотва, щука, судак, чехонь, густера, налим и сом были немногочисленны. Для исследования микроструктуры половых желез кусочки гонад фиксировали смесью Буэн-диоксан, обезживали и заливали в парафин. Срезы толщиной 7-8 мкм окрашивали гематоксилином Карачи с докраской пикроиндигокармином и просматривали при разных увеличениях микроскопа МБИ-6. Микрофотографии получены с использованием этого же микроскопа.

Л е щ. Весной (18-22 мая) гонады взрослых самцов внешне имели вид, характерный для посленерестового состояния: небольшие размеры, серо-белый цвет. Гонады подавляющего большинства взрослых самок (около 93 %) были дряблыми, воспаленными, темно-красного цвета. Почти все они содержали много мелких белесоватых икринок. По внешнему виду гонад можно было предположить, что у таких самок происходит резорбция ооцитов старшей генерации. Однако при гистологическом анализе обнаружили совершенно иную картину. В яичниках наблюдалась масса пустых и спавшихся фолликулов, которые обычно остаются в половой железе после вымета зрелой икры в период нереста (см. рисунок, а). Помимо данных структур в гонадах многих самок встречалось то или иное количество желтковых

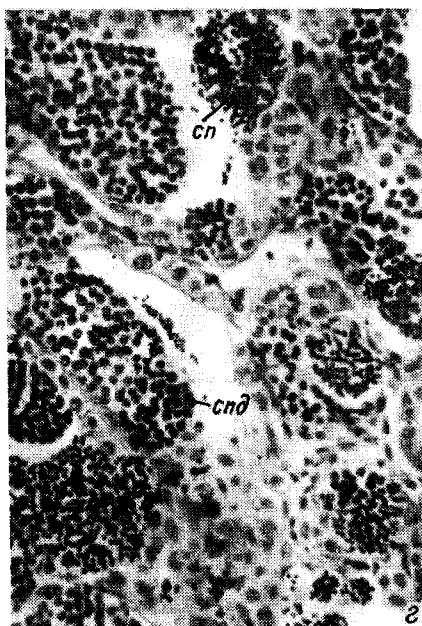
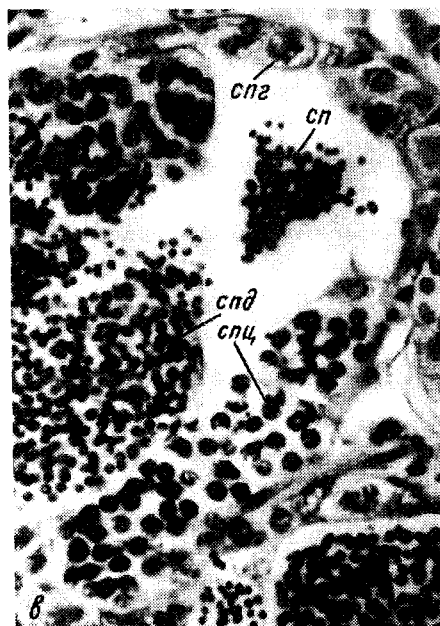
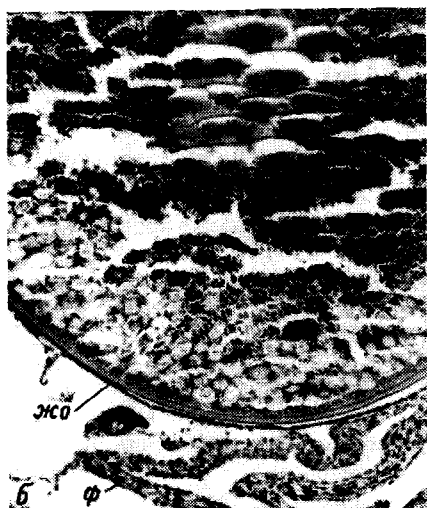
ооцитов (см. рисунок, б), соответствующих „остаточной икре“, часто встречающейся в гонадах рыб после нереста. Другими словами, в весенних пробах в гонадах примерно 93 % исследованных взрослых самок леща наблюдалась гистологическая картина, типичная для У1-II стадий, т. е. посленерестового состояния яичников рыб.

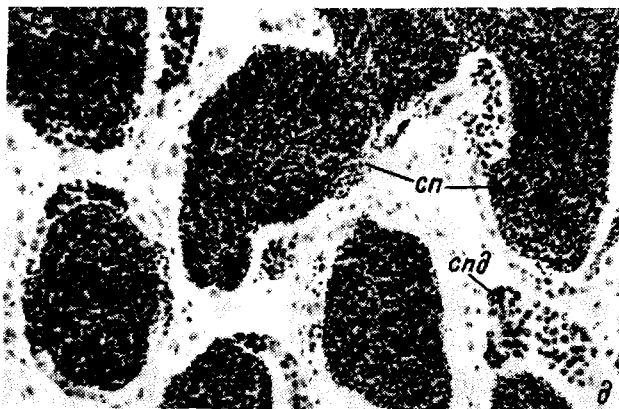
На этом фоне совершенно необычно выглядела гистологическая картина строения семенников у самцов: у 40 % из них в семенниках наблюдался набор половых клеток, характерный для III стадии зрелости: **сперматогонии**, сперматоциты, сперматиды и небольшие группы сперматозоидов в цистах (см. рисунок, в). У 50 % рыб в половой железе преобладали спермии, но довольно много еще было сперматид и сперматоцитов. Такое состояние зрелости гонад мы относим к переходным III-IV стадиям (см. рисунок, г). Только у 10 % самцов семенные каналцы и протоки оказались заполненными сперматозоидами, помимо которых имелось лишь небольшое количество сперматид и **сперматогоний** (IV стадия зрелости) (см. рисунок, д).

Таким образом, микроструктура семенников свидетельствует о том, что до 22 мая лещ в Северо-Шекснинском плесе еще не нерестился. Следовательно, массовая овуляция икры у самок произошла до сезона размножения. Она была обусловлена, по всей вероятности, специфическими нарушениями физиологического состояния рыб в условиях допущенного загрязнения плеса. Любопытно, что у самцов оно вызвало обратную реакцию, развившуюся в отличие от самок в замедлении темпа развития половых клеток. В период исследования гонады всех взрослых самцов должны были находиться в соответствующей сезону года IV стадии зрелости.

В середине июня гонады всех взрослых самцов содержали набор клеток, типичный для посленерестовой У1-II стадии зрелости. У самок близился к завершению процесс атрезии пустых фолликулов и шла резорбция „остаточной икры“. Очередная генерация была представлена ооцитами конца протоплазматического периода и начала трофоплазматического периода роста.

В конце августа половые железы взрослых самцов леща находились во II стадии зрелости, что полностью соответствует сезону года для всего Рыбинского водохранилища. Из общего числа обследованных самок у 80 % особей в ооцитах очередной генерации наблюдалось начало отложения желтка (переход развития гонад в IV стадию зрелости). У 20 % рыб в половых клетках имелось довольно большое количество плотных групп клеток фолликулярного эпителия – следы прошедшей резорбции желтковых ооцитов. Очередная генерация была представлена исключительно ооцитами протоплазматического периода роста. Развитие гонад этих самок задержалось на II стадии зрелости. Это означает, что вследствие патологических нарушений воспроизводительной системы весной 1987 г. не менее 20 % са-





Микроструктура половых желез леща.

а - половая железа самки с полностью овулировавшей икрой, б - то же с частично овулировавшей икрой, об. 9, ок. 10; в - семенник самца III стадии зрелости, об. 40, ок. 10; г - то же III-IV стадии зрелости, д - то же IV стадии зрелости, об. 20, ок. 10; ф - фолликул, оо - ооцит в фазе краевой вакуолизации цитоплазмы, жо - желтковый ооцит („остаточная икринка“), спг - сперматогонии, спц - сперматоциты, спд - сперматиды, сп - сперматозоиды.

мок леща в Северо-Шекснинском плесе не смогли размножаться и весной следующего, 1988 года.

С и н е ц. Загрязнение плеса на воспроизводстве этого вида отразилось в меньшей степени. Состояние гонад самок аналогичное лещу наблюдалось только у 21 % особей. У них, как и у леща, еще подо льдом произошла abortивная овуляция икры. Процессы восстановления половой функции протекали синхронно с таковыми у леща, и в конце августа развитие гонад самок перешло в IV стадию зрелости. Задержки в развитии очередной генерации ооцитов не было.

С у д а к. Так называемая „резорбция“ икры была отмечена у 4 из 6 пойманных весной самок. Небольшой по объему материал не дает возможности охарактеризовать истинное состояние воспроизводства этого вида в плесе весной 1987 г. Осенью у всех исследованных взрослых самок следы прошедшей овуляции или резорбции икры не обнаружены даже на гистологических препаратах. Старшая генерация была представлена ооцитами с диаметром 350-400 мкм в начальном этапе трофоплазматического периода роста (III стадия зрелости гонад). Семенники самцов содержали полный набор половых клеток,

характерный для III стадии зрелости. У остальных 6 видов рыб нарушений воспроизводительной функции не обнаружено.

Таким образом, проведенное исследование показало, что аварийный сброс сточных вод помимо непосредственной массовой гибели рыб в подледный период оказал отрицательное воздействие и на воспроизводство основных промысловых видов рыб Северо-Шекснинского плеса. У самцов леща, в частности, произошла задержка в развитии половых клеток в семенниках, а у 93 % самок загрязнение вызвало абортную овуляцию икры. В меньшей степени пострадали судак и синец. На воспроизводство других видов рыб загрязнение, видимо, не повлияло.

Л и т е р а т у р а

1. П а н к р а т о в А., П а н ц ы р е в В. День, когда всплыла рыба // Комсомольская правда. 1987, 26 марта.
2. Не очистишь воду „строгачом“: Возвращаясь к напечатанному // Комсомольская правда. 1987, 9 августа.
3. Вода без рыбы // Неделя. 1987, 18-24 мая.

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

УДК 597-111.05(28)

Р.А. З а п р у д н о в а

ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КАЛИЯ В ПЛАЗМЕ КРОВИ ЛЕЩА *IN VITRO* ПРИ СТРЕССЕ И В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ГОДОВОГО ЦИКЛА

С о о б щ е н и е 1. Изменение при стрессе

Кровь, извлеченная из организма рыб, определенный период времени сохраняет свою жизнеспособность. В частности, при ее инкубации перераспределяются ионы между плазмой и эритроцитами, в результате чего концентрация калия в плазме уменьшается. При этом, как было замечено нами ранее [1], ионные процессы *in vitro* зависят от исходного функционального состояния особей, кровь которых бралась для инкубации. В связи с возрастанием антропогенной нагрузки на водоемы важно решить вопрос о том, насколько ионные процессы *in vitro* могут служить критерием состояния особей и популяций в целом. Поэтому в настоящей работе мы смоделировали несколько возможных ситуаций антропогенных воздействий на леща. В качестве показателя функционального состояния изучали пред- и послеинкубационную концентрацию калия в плазме крови.

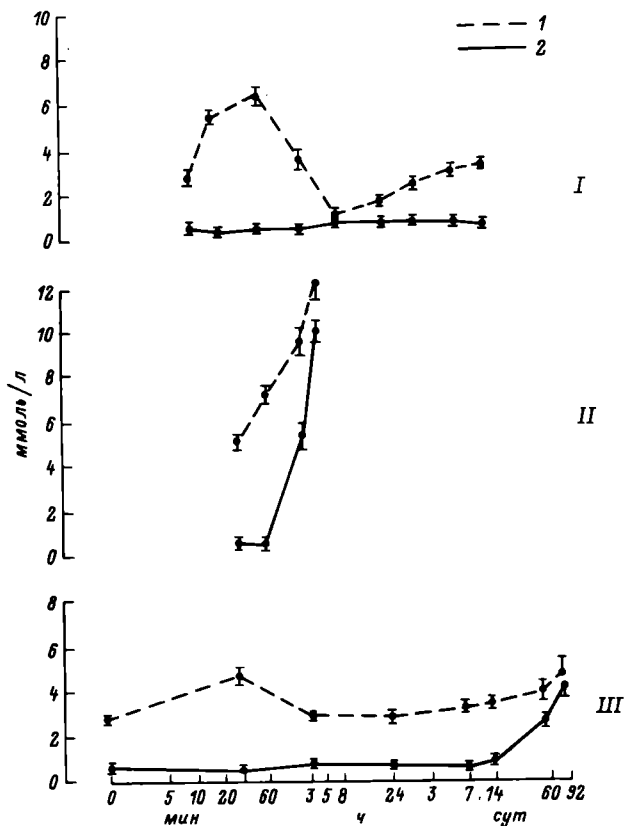
Исследование проводили на половозрелых особях леща (*Ab-gamis brama L.*) Рыбинского водохранилища в возрасте 9-13 лет. Материалы собирали в течение 3 лет (1983-1985 гг.) в летний период. О состоянии рыб судили по поведенческой реакции, естественной смертности, а также по уровню ионов калия, натрия и кальция в плазме крови. Было проведено 3 серии опытов. В первой исследовали влияние на рыб сильной, но кратковременной нагрузки (10 мин - отлов, 1.5 ч - транспортировка в лабораторию) с последующей акклимацией к условиям лабораторного бассейна до восстановления исходных уровней ионного гомеостаза и нормализации общего состояния рыб. Температура воды была 16.7 ± 0.9 °C. Во второй серии изучали влияние кратковременной, но очень сильной нагрузки (30 мин - отлов и 5 ч - транспортировка в ограниченном объеме воды, при недостатке кислорода и температуре воды 25 °C), приводящей к нарушению ионного гомеостаза и в конечном итоге к гибели рыб. В третьей серии опытов исследовали влияние слабой, но продолжительной нагрузки (3-месячное содержание лещей в условиях повышенных световых и шумовых раздражителей без пищи в непроточной воде с температурой 20 ± 2 °C), приводящей основную часть рыб к заболеванию сапролегнией и гибели.

В каждой серии опытов кровь от рыб брали через указанные на рисунке отрезки времени после начала стрессорного воздействия. Кровь инкубировали при 20 °C. Содержание ионов определяли сразу после взятия крови (прединкубационная точка) и через 2 ч после начала инкубации (послеинкубационная), когда концентрация ионов в плазме достигала минимального стабильного уровня [1]. Способ обработки крови перед анализом ее на содержание ионов методом пламенной фотометрии описан ранее [2].

В I серии прединкубационная концентрация калия в плазме сначала увеличивалась, затем уменьшалась и наконец восстанавливалась до первоначальных значений (см. рисунок). При этом послеинкубационная концентрация калия оставалась практически на одном уровне (0.3-0.5 ммоль/л). Такой же характер ее изменения наблюдали, когда в качестве неблагоприятных воздействий использовали резкий перепад температуры, значительную деминерализацию воды и т. п.

В опытах II серии прединкубационная концентрация калия постоянно увеличивалась. Послеинкубационная, как и в I серии, сначала находилась в пределах 0.4-0.8 ммоль/л, однако за 2-4 ч до гибели рыб она также начинала увеличиваться и практически достигала значений прединкубационной.

В длительном опыте (III серия) прединкубационная концентрация калия сначала увеличивалась, затем возвращалась к первоначальному (дострессовому) значению и держалась на этом или чуть более высоком уровне до 60 и более суток, затем (примерно за месяц до гибели) у многих особей она снова несколько увеличивалась. Послеинкубационная концентрация калия



Изменение прединкубационной (1) и послеинкубационной (2) концентрации калия в плазме крови леща при стрессе.

I–III – серии опытов. Даны средние, \pm ошибки средних. Каждая точка представлена 5–12 особями. Остальные обозначения в тексте. По оси абсцисс – логарифм времени с начала повреждающего воздействия.

в течение 60 суток была постоянной (0,5–0,9 ммоль/л), однако и она примерно за месяц до гибели тоже начинала увеличиваться. В момент гибели и та и другая концентрация практически совпадали.

Следовательно, прединкубационная концентрация калия в плазме крови не может быть достаточно надежной характеристикой состояния рыб и популяции в целом. Так, например, у особей, находящихся по разным причинам на грани гибели, регистрировали как высокую концентрацию калия в плазме крови, так и низкую (5–6 и 3–4 ммоль/л соответственно). С другой стороны, указанные высокие значения данного показателя могли

быть характерны для особей, находящихся в состоянии острого кратковременного стресса, когда еще возможна сравнительно быстрая нормализация состояния при снятии раздражающего фактора, а более низкая концентрация была характерна для рыб в состоянии покоя или легкого стресса.

На наш взгляд, послеинкубационная концентрация калия в плазме крови рыб может иметь большее диагностическое значение, чем прединкубационная, особенно при определении ухудшения состояния особей и популяций в целом. У рыб как в состоянии покоя, так и при обратимых стрессорных изменениях ионного гомеостаза послеинкубационная концентрация калия всегда достаточно низка (не превышает 1 ммоль/л, в среднем – 0,5). У рыб же, истощенных влиянием самых различных неблагоприятных факторов, она достигает 1,5–2 ммоль/л и выше. При этом чем ближе к гибели, тем выше послеинкубационная концентрация калия. Непосредственно перед гибелью и та и другая концентрация практически совпадают. Использование данного способа оценки состояния популяции позволяет, на наш взгляд, дать наиболее ранний прогноз ухудшения ее состояния.

Анализ изменения концентрации калия в плазме крови рыб при стрессе, с точки зрения общего адаптационного синдрома [3], показывает, что для реакции тревоги характерна самая высокая, переходящая затем в самую низкую прединкубационная концентрация. В резистентный период она практически постоянна, и, как правило, совпадает с первоначальными (до-стрессовыми) значениями. Послеинкубационная концентрация калия на стадии резистентности и во время реакции тревоги не превышает 1 ммоль/л. Наиболее характерная черта стадии истощения – ее увеличение (выше 1,5 ммоль/л). Прединкубационная концентрация калия на стадии истощения, как правило, тоже высока.

Таким образом, результаты исследований показали, что послеинкубационная концентрация калия в плазме крови в пределах 1,5–2 ммоль/л и выше может служить критерием ухудшения состояния рыб.

Л и т е р а т у р а

1. З а п р у д н о в а Р.А. Изменение концентрации катионов в плазме и эритроцитах при инкубации крови леща, подвергнутого воздействию экстремальных факторов // Биол. науки. 1983. № 12.
2. М а р т е м ь я н о в В.И., З а п р у д н о в а Р.А. Динамика концентрации электролитов в плазме крови, эритроцитах и мышечной ткани пресноводных рыб при стрессе // Биол. науки. 1982. № 10.
3. (S e l у е G.) С е л ь е Г. На уровне целого организма. М., 1972.

С.А. Мензиков, П.А. Гдовский

ХЛОРАКТИВИРУЕМАЯ АТФАЗА
ИЗ ОБОНЯТЕЛЬНОЙ ВЫСТИЛКИ КАРАСЯ

Предположение, что транспорт хлора в нервной ткани может осуществляться АТФазой, активируемой ионами хлора, впервые высказано в 1963 г. [4]. И только спустя 21 год этот фермент был обнаружен в плазматических мембранах из мозга крысы [5]. По нашим предварительным данным, ингибитор хлорного транспорта – фуросемид – снижал у рыб обонятельную чувствительность. Это позволило сделать предположение об участии транспорта Cl^- в процессах обонятельной реакции. Цель настоящей работы – выявить Cl^- -активируемую АТФазу в обонятельной выстилке карася.

Работу выполняли на ткани обонятельной выстилки карася (*Carassius auratus* L.), которую извлекали и растирали в ступке со стеклянным порошком и затем разводили 20-миллимолярным трис-глициновым буфером (рН 8) в соотношении 1:100. Для удаления ядер и неразрушенных клеток полученные гомогенаты центрифугировали при 2000g в течение 5 мин. Для определения АТФазной активности 0.05 мл пробы добавляли в 0.45 мл инкубационной среды, в состав которой в зависимости от задачи включали АТФ, катионы магния, ионы хлора и ЭДТА. Активность общей АТФазы определяли по приросту неорганического фосфора (P_n), а активность Cl^- -активируемой АТФазы рассчитывали по разнице между активностью АТФазы в отсутствие и в присутствии Cl^- . Содержание P_n в пробе определяли видоизмененным методом Чена [1, 3], а белка – методом Лоури [2]. В работе использовали 70 экз. рыб. На каждую точку измерения брали 6 выстилок. Результаты обрабатывали статистически.

В безмагниевой инкубационной среде, содержащей 1 ммоль АТФ, ионы Cl^- не активировали реакцию. Внесение незначительных количеств Mg приводило к усилению гидролиза АТФ в присутствии Cl^- . Оптимальная концентрация Mg в среде составляла 0.07 ммоль. Дальнейшее увеличение содержания этого катиона приводило к ингибированию хлорзависимой реакции. При исследовании отношения выявленной Cl^- -АТФазной активности к различным концентрациям Cl^- было установлено, что этот ион начинает оказывать эффект с миллимолярных концентраций. Максимум активности наблюдали при концентрации 15 ммоль. Дальнейшее увеличение его содержания в инкубационной среде не влияло на скорость реакции (рис. 1). Она полностью подчинялась кинетике ферментативных реакций на основе уравнения Михаэлиса-Ментен (рис. 2). $K_m \text{Cl}^-$ составила 3 ммоль, а V_{max} АТФазной реакции – (4.5 ± 0.3) мкмоль $P_n / (\text{мг белка} \cdot \text{ч})$.

Рис. 1. Изменение АТФазной активности при различных концентрациях ионов Cl^- .

По оси ординат — скорость АТФазной реакции, $\mu\text{моль } P_H / (\text{мг белка} \cdot \text{ч})$; по оси абсцисс — концентрация Cl^- , ммоль

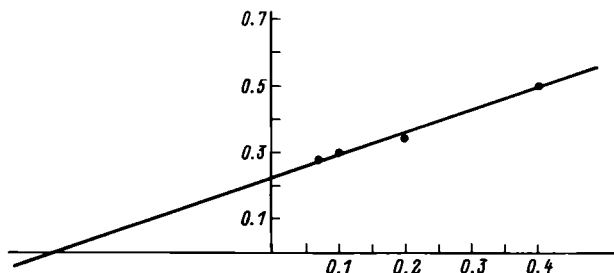
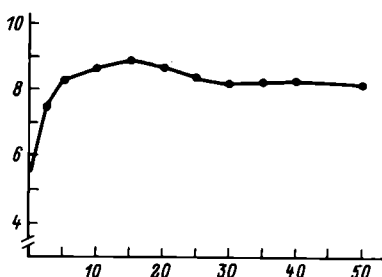


Рис. 2. Зависимость АТФазной активности от концентрации Cl^- , выраженная в двойных обратных величинах по Лайнуиверду-Бэрку.

По оси ординат — скорость АТФазной реакции, $[\mu\text{моль } P_H / (\text{мг белка} \cdot \text{ч})]^{-1}$; по оси абсцисс — концентрация Cl^- , ммоль⁻¹.

Исследование родства Cl^- -активируемой АТФазы к субстрату при различных концентрациях Cl^- показало, что при таких условиях максимальная скорость реакции не изменяется (рис. 3). Следовательно, в присутствии Cl^- облегчается взаимодействие АТФ с гидролитическим центром фермента. При изучении действия фуросемида на активность Cl^- -АТФазы было установлено, что это вещество, начиная с концентрации 0.1 ммоль, вызывает ингибирование, а в концентрации 1 ммоль полностью подавляет прирост хлорной активности. Исследование кинетики действия фуросемида на Cl^- -АТФазу показало, что он является конкурентным ингибитором (рис. 4).

Таким образом, в обонятельной выстилке караса выявлена Cl^- -активируемая АТФаза, зависящая от магния и ингибируемая фуросемидом.

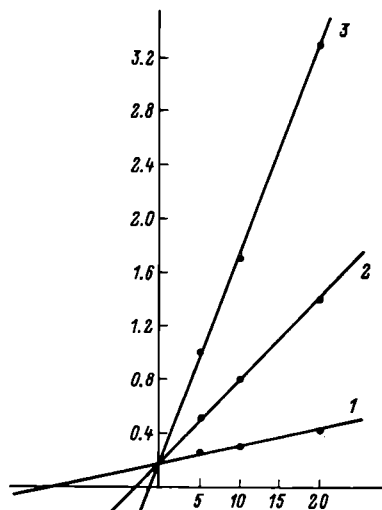
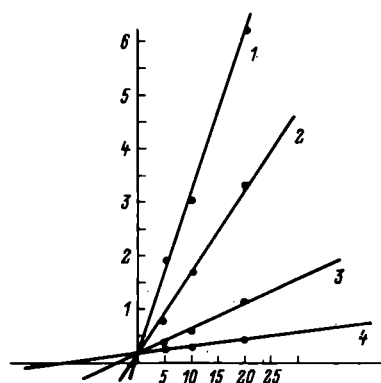


Рис. 3. Сродство к субстрату Cl^- -активируемой АТФазы при различных концентрациях Cl^- , выраженное в двойных обратных величинах.

1 - Cl^- в инкубационной среде отсутствуют, 2 - в присутствии 2.5 ммоль Cl^- , 3 - то же при 5 ммоль, 4 - то же при 15 ммоль.

По оси ординат - скорость АТФазной реакции, $[\text{мкмоль } \text{P}_\text{H} / (\text{мг белка} \cdot \text{ч})]^{-1}$; по оси абсцисс - концентрация АТФ, ммоль $^{-1}$.

Рис. 4. Влияние фуросемида на сродство к субстрату Cl^- -активируемой АТФазы, выраженное в двойных обратных величинах.

1 - фуросемид в инкубационной среде отсутствует, 2 и 3 - в присутствии 0.15 и 0.3 ммоль фуросемида соответственно.

Остальные обозначения те же, что и на рис. 3.

Л и т е р а т у р а

1. Б о л о т о в М.П., К а р е т н и к о в П.В. Фотоколориметрическое определение минерального фосфора // Лаб. дело, 1965. № 1.
2. К о ч е т о в Г.А. Практическое руководство по энзимологии. М., 1980.
3. С h e n P.S., T o r i b a r a T.Y., W a r n e r H. Microdetermination of phosphorus // Analit. Chem. 1956. Vol. 28, N 11.
4. К е у н е s R.D. Chloride in the squid giant axon // J. Physiol. 1963. Vol. 169, N 2.

5. T a n a k a T., I n a g a k i C., M a t s u -
d a K., T a k a o r i S. Characteristics of etha-
crylic acid highly sensitive Mg^{2+} -ATPase in mic-
rosomal fractions of the rat brain: functional mole-
cular size, inhibition by SITS and stimulation by
 Cl^- // J. Pharmacol. 1986. Vol. 42, N. 3.

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

УДК 556.551

В.Б. Р у м я н ц е в, О.Е. К о р о т к е в и ч,
Г.В. Д р у ж и н и н, Л.К. Е г о р о в,
А.Д. А п о н а с е н к о, В.А. П е р ф и л ь е в

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСТАНЦИОННЫХ И КОНТАКТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В период эксперимента „Внутренние водоемы-86” по програм-
ме „Интеркосмос” на Рыбинском водохранилище в августе 1986 г.
проведены дистанционные и контактные измерения спектров отра-
жения, пропускания, общего ослабления и поглощения водой ви-
димого излучения, показателя пропускания (Т) и относительной
прозрачности по диску Секки (ОП). Получены спектральные по-
казатели общего ослабления (ϵ), поглощения (κ) и рассея-
ния (σ) света в области 400–800 нм. Спектральные измерения
выполнены по борту судна дифференциальным спектрофотометром
ДСФГ, разработанным в Институте биофизики СО АН СССР [1].
Величины показателя пропускания определяли с помощью погру-
жного прозрачномера в области $\lambda=580$ нм. Одновременно были
взяты пробы воды для определения количества и состава взве-
сей, обработанных по стандартной методике.

Эксперимент проведен в период летнего „цветения” водохра-
нилища синезелеными водорослями, что нашло отражение в опти-
ческих свойствах воды и соотношениях между органической и
минеральной составляющими взвеси. При сравнении этих данных
видно, что в открытой части водохранилища у западного берега
(см. рисунок, ст. II-1-II-5) содержание взвеси выше (табл. 1),
чем в центре и у восточного берега (табл. 2). Эти различия
могли сложиться в результате совместных действий волнения
и сгонно-нагонных явлений при ветрах восточных направлений
более 5 м/с. Возможно, что по этой же причине содержание
взвеси в центральной части водохранилища было несколько выше,
чем у восточного берега, а в моложском разливе (ст. II-6-II-10) -
сравнительно невысоким.

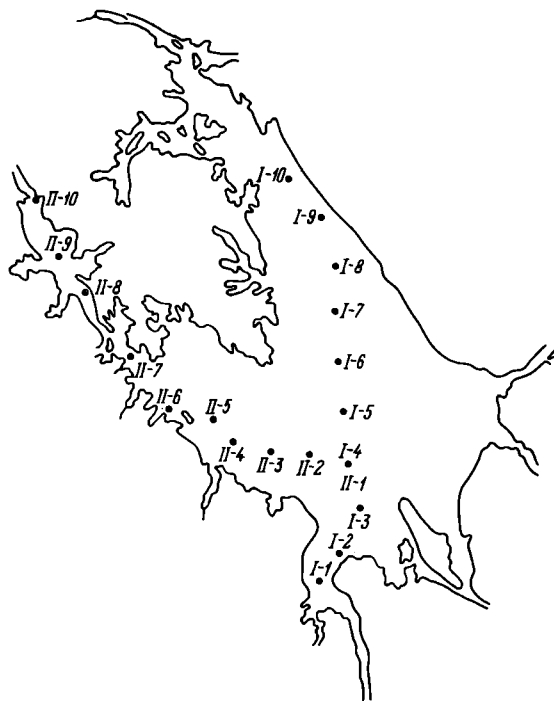


Схема расположения станций наблюдений в водохранилище.

Т а б л и ц а 1

Распределение взвеси по моложскому разрезу 11 августа, мг/л

| Взвесь | Станция | | | | | | | | | |
|--------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | II-10 | II-9 | II-8 | II-7 | II-6 | II-5 | II-4 | II-3 | II-2 | II-1 |
| Общая | 4.7 | 4.8 | 8.1 | 5.5 | 7.6 | 17.5 | 11.4 | 11.8 | 11.2 | 14.2 |
| Органическая | 2.7 | 2.1 | 3.2 | 2.6 | 4.2 | 11.4 | 7.4 | 8.4 | 7.4 | 10.0 |
| Минеральная | 2.0 | 2.7 | 4.9 | 2.9 | 3.4 | 6.2 | 4.0 | 3.4 | 3.7 | 4.2 |

П р и м е ч а н и е: Станции II-1-II-5 расположены в пределах центрального плеса, станции II-6-II-10 - в моложском разливе.

Результаты измерений показателей ϵ , α и σ (м^{-1} , при натуральном основании, табл. 3) показывают, что во всем видимом участке спектра ($\lambda=400-800$ нм) при больших значениях оптических параметров ход показателя общего ослабления опре-

Т а б л и ц а 2

Распределение взвеси в центральной части водохранилища
9-10 августа, мг/л

| Взвесь | Станция | | | | | | | | |
|--------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | I-4 | I-8 | I-9 | I-I | I-5 | I-6 | I-7 | I-7 | I-10 |
| Общая | 8.0 | 5.8 | 4.1 | 9.4 | 5.6 | 3.5 | 5.2 | 6.4 | 9.4 |
| Органическая | 5.0 | 3.9 | 2.5 | 6.4 | 4.0 | 2.4 | 4.0 | 5.2 | 6.4 |
| Минеральная | 3.0 | 1.9 | 1.6 | 3.0 | 1.6 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 3.0 |

деляется аналогичными вариациями показателя поглощения. Это характерно для речных вод Северо-Запада СССР и Рыбинского водохранилища. Показатель рассеяния σ изменяется мало практически во всем измеряемом спектральном диапазоне. Лишь в отдельных случаях проявляется некоторое подобие спектральной дифференциации, вызванное, видимо, присутствием мелких минеральных частиц (0.9 мкм) во взвесах. Вариации показателя поглощения α в области 500-700 нм также незначительны (в пределах 5-10 % от измеряемых величин). Характерно, что в области 750-800 нм поглощение снова возрастает. Эти особенности свидетельствуют о том, что в Рыбинском водохранилище непосредственные измерения показателя σ , особенно в периоды „цветения воды“, достаточно производить в одном из участков спектра, что существенно упрощает задачу его определения. В этом водоеме преобладающая часть взвесей обеих составляющих имеет размеры более 0.9-1.2 мкм, которые определяют их не-селективное влияние на спектральные свойства воды.

В диапазоне 400-500 нм и 700-800 нм $\alpha \geq \sigma$. В этих спектральных диапазонах происходит резкое поглощение, а значит и ослабление проникающей солнечной радиации. В окне максимальной прозрачности вод Рыбинского водохранилища ($\lambda=500-700$ нм) обычно $\sigma > \alpha$, что должно сказаться на коэффициентах спектральной яркости.

Полученные данные и расчеты показывают, что фотическая зона водохранилища определяется излучением с $\lambda=550-650$ нм. За счет этих лучей и глубина фотической зоны достигает 3-4 м.

Относительная прозрачность на моложском разрезе в период наблюдений изменялась от 1 до 1.7 м. Показатель пропускания колебался в пределах 6-30 % (табл. 4).

Учитывая отмеченные оптические особенности вод Рыбинского водохранилища и наличие биологических пленок на их поверхности, особенно в период „цветения“, можно высказать предположение о том, что при тихой и солнечной погоде в этом водоеме в результате активного поглощения коротко- и длинноволнового излучений ускоренно прогреваются первые 1-2 мм воды и формируется резкая температурная микростратификация

Т а б л и ц а 3

Оптические характеристики воды на станции Г-1

| Дата | ОП, м | Харак- терис- тика | Длина волны, нм | | | | | | | | |
|---------|----------|--------------------------|-----------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 |
| 11 VIII | 1.0 | ε | 13.80 | 9.89 | 8.05 | 6.90 | 6.44 | 6.44 | 6.44 | 7.82 | 6.44 |
| | | α | 8.74 | 4.60 | 2.88 | 2.07 | 1.84 | 1.84 | 2.18 | 3.91 | 3.22 |
| | | σ | 5.52 | 5.29 | 5.18 | 4.83 | 4.60 | 4.60 | 4.26 | 3.91 | 3.22 |
| | | λ | 0.40 | 0.53 | 0.64 | 0.70 | 0.71 | 0.71 | 0.66 | 0.50 | 0.50 |
| 12 VIII | 1.2 | ε | 13.57 | 8.97 | 7.24 | 6.44 | 6.10 | 5.98 | 6.10 | 8.05 | 7.36 |
| | | α | 10.12 | 5.64 | 3.91 | 2.99 | 2.64 | 2.76 | 2.99 | 5.06 | 4.60 |
| | | σ | 3.45 | 3.33 | 3.33 | 3.45 | 3.45 | 3.22 | 3.10 | 2.99 | 2.76 |
| | | λ | 0.25 | 0.37 | 0.46 | 0.54 | 0.56 | 0.54 | 0.51 | 0.37 | 0.38 |
| 19 VIII | 1.4 | ε | 15.86 | 10.35 | 8.05 | 6.67 | 6.21 | 5.86 | 5.86 | 8.05 | 6.90 |
| | | α | 11.27 | 6.67 | 3.80 | 3.10 | 2.99 | 2.99 | 2.64 | 5.75 | 5.29 |
| | | σ | 4.60 | 4.37 | 4.26 | 3.80 | 3.22 | 2.88 | 3.22 | 2.30 | 1.61 |
| | | λ | 0.29 | 0.42 | 0.53 | 0.53 | 0.52 | 0.49 | 0.55 | 0.29 | 0.23 |

П р и м е ч а н и е. λ - вероятность выживания фотона в акте рассеяния, характеризует вклад рассеяния в общее ослабление проходящего света данного участка спектра.

Т а б л и ц а 4

Гидрофизические показатели водных масс Рыбинского водохранилища на моложском разрезе 11 августа 1986 г.

| Номер станции | Время | Глубина, м | ОП, м | T, % | t_n , °C | t_a , °C |
|---------------|-------------|------------|-------|------|------------|------------|
| II-10 | 6 ч 15 мин | 6.5 | 1.5 | 15 | 21.5 | 14.3 |
| II-9 | 7 ч 15 мин | 4.0 | 1.7 | 30 | 20.4 | 15.0 |
| II-8 | 8 ч 35 мин | 2.5 | 1.4 | 18 | 20.4 | 15.0 |
| II-7 | 10 ч 50 мин | 4.0 | 1.7 | 26 | 21.0 | 18.2 |
| II-6 | 12 ч 25 мин | 14.0 | 1.4 | 11 | 20.7 | 19.4 |
| II-5 | 13 ч 30 мин | 13.0 | 1.4 | 15 | 20.8 | 19.1 |
| II-4 | 14 ч | 6.0 | 1.3 | 16 | 20.6 | 20.5 |
| II-3 | 15 ч 10 мин | 10.5 | 1.3 | 13 | 21.1 | 20.4 |
| II-2 | 16 ч 5 мин | 10.0 | 1.0 | 10 | 21.2 | 20.1 |
| II-1 | 18 ч 10 мин | 8.0 | 1.0 | 6 | 21.4 | 22.2 |

П р и м е ч а н и е. t_n - температура поверхности воды, измеренная электротермометром в слое 0-5 см, t_a - температура воздуха на высоте 2 м над поверхностью воды.

в поверхностном слое [3]. Это усиливает испарение и одновременно повышает радиационный фон, увеличивает температуру поверхностной пленки на 2-3 °C [2], искажая истинное температурное состояние водоема, регистрируемое дистанционными методами.

1. А по н а с е н к о А.Д., Ф р а н к Н.А., С и д ь к о Ф.Я. Дифференциальный спектрофотометр для гидрооптических исследований // Океанология. 1976. Т. 16, вып. 5.
2. Е г о р о в Б.Н., К и р и л л о в а Т.В. Влияние альбедо водоемов на составляющие теплового баланса // У Всес. лимнол. совещ. Круговорот вещества и энергии в водоемах: Тез. докл. Иркутск, 1981. Вып. 4.
3. Р у м я н ц е в В.Б. Экологические особенности поверхностной пленки воды в озерах. Комплексный дистанционный мониторинг озер. Л., 1987.

Институт озераведения АН СССР
Институт биофизики СО АН СССР

УДК 615.9:576.807.8:576.851.13:547.56

Т.А. Г и л ь, Н.Ф. А п р е л к о в а, Д.И. С т о м

О ПРИЧИНАХ РАЗЛИЧНОГО ХАРАКТЕРА КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ ФЕНОЛОВ С МЕТАЛЛАМИ

Сточные воды промышленных предприятий характеризуются многокомпонентным составом загрязняющих веществ. При определении ПДК сточных вод необходимо учитывать комбинированное действие токсикантов на гидробионты. Ранее нами была изучена токсичность смесей тяжелых металлов и фенольных соединений, содержащихся в сточных водах нефте-, углеперерабатывающих, целлюлозно-бумажных предприятий и др. [3]. Установлено, что эффект комбинированного действия смеси металлов с хинонами и легкоокисляющимися фенолами больше или равен аддитивному эффекту. Эффект смеси трудноокисляемых фенолов с металлами меньше ожидаемого аддитивного действия. Вопросы, связанные с изучением механизмов, определяющих характер комбинированного действия и необходимых для составления прогноза действия различных смесей, изучены недостаточно.

Изменения токсических эффектов при комбинированном действии фенольных соединений и тяжелых металлов могут быть следствием химического и физико-химического взаимодействия компонентов смеси в окружающей среде [4].

Нашей целью была проверка этого предположения. Поскольку токсикологические испытания смесей тяжелых металлов и фенольных соединений проводили в незабуференной системе [3], необходимо было предварительно отделить возможный непосредственный эффект влияния самих ионов водорода. Следовало также убедиться, что незначительные колебания pH, которые могут

Влияние смесей фенолов с $K_3[Fe(CN)_6]$ на интенсивность люминесценции *Beneckea harveyi* (время обработки 1 мин, pH 6.8)

| Соединение | Концентрация, моль/л | Интенсивность люминесценции, % к контролю, под действием | |
|-----------------|----------------------|--|---------------------------------|
| | | индивидуальных соединений | смеси фенолов с $K_3[Fe(CN)_6]$ |
| $K_3[Fe(CN)_6]$ | $5 \cdot 10^{-3}$ | 65,8(86,6) | - |
| Пирокатехин | $2,5 \cdot 10^{-3}$ | 40,4(81,2) | 29,1*(46,8) |
| Гидрохинон | $2,5 \cdot 10^{-4}$ | 81,6 | 57,1*(63,4) |
| Резорцин | $2,5 \cdot 10^{-2}$ | 68,3(52,8) | 58,8(56,5) |

П р и м е ч а н и е. В скобках - интенсивность люминесценции под влиянием растворов, простоявших 24 ч в темноте при температуре 20 °С; * - то же под влиянием растворов, разведенных в 100 раз.

возникнуть в незабуференной системе растворов при смешении определенных концентраций изучаемых тяжелых металлов, фенолов и бактериальных клеток, не вызывают существенных изменений концентраций испытываемых веществ.

Для примера рассмотрели полярографические характеристики индивидуальных растворов $CdCl_2$, п-бензохинона при разных значениях pH на фоне 3%-ного раствора $NaCl$. Оказалось, что высота волны Cd^{2+} не менялась в интервале pH 3-7. При более высоких значениях наблюдалось уменьшение высоты волны кадмия, обусловленное образованием гидроокисей. Высота волны п-бензохинона не изменялась при pH 3-6. В указанных пределах pH (3-7) Cd^{2+} и п-бензохинон не изменяли потенциал полу-волны. Последнее отмечалось только в случае раствора п-бензохинона при $pH > 7$ и было связано с нарушением равновесия в системе хинон-гидрохинон. Таким образом, результаты экспериментов показали, что даже значительные колебания pH среды не влияли на интенсивность свечения *Beneckea harveyi*. Это отмечено и в [2].

При смешении растворов тяжелых металлов и п-бензохинона также не наблюдали изменений в концентрации ионов металла и хинона. Получили полярограммы ионов Cd^{2+} ($2 \cdot 10^{-3}$ моль/л) в растворах с переменной концентрацией п-бензохинона ($2 \cdot 10^{-4}$ - $2 \cdot 10^{-5}$ моль/л) и полярограммы п-бензохинона ($2 \cdot 10^{-4}$ моль/л) в растворах с переменной концентрацией ионов Cd^{2+} ($2 \cdot 10^{-4}$ - $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л). При анализе растворов смеси $CdCl_2$ и п-бензохинона на полярограмме зарегистрированы 2 волны, соответ-

ствующие восстановлению п-бензохинона и Cd^{2+} . Их высота оставалась неизменной при различном соотношении CdCl_2 и п-бензохинона.

Проанализировали также возможные изменения фенольных соединений в испытываемых смесях. Гидрохинон и резорцин – слабые кислоты (их pK 10.0 и 9.4 соответственно), поэтому они не могут образовывать феноляты с тяжелыми металлами в слабокислой среде, в которой проводили исследования [7]. Но нельзя забывать о реакциях окислительной трансформации, особенно важных для фенолов [1]. В области pH 5.6–6.0 окисление фенолов происходит очень медленно, но в присутствии металлов процесс интенсифицируется [5]. При окислении образуются более токсичные продукты – хиноны [8]. Их образованием в изучаемых смесях можно было объяснить данные об усилении токсичности, тем более что усиление токсического эффекта наблюдали в смесях тяжелых металлов с гидрохиноном, но не с резорцином. Резорцин не дает при окислении хинонов. Однако в эксперименте усиление токсического эффекта наблюдали в смесях гидрохинона не только с ионами ртути, обладающими переменной валентностью, но и с ионами кадмия. Согласно значению редоксопотенциала ионы ртути также не способны окислять фенолы [6]. Кроме того, усиление ингибирующих свойств не соответствовало по своей величине токсичным свойствам продуктов окисления, которые образуются при смешивании растворов фенолов с явным окислителем. Так, смесь пирокатехина, гидрохинона с $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ была в 100 раз более токсична, чем составляющие ее компоненты (см. таблицу).

В результате проведенных исследований нами было исключено прямое химическое взаимодействие фенолов и металлов в условиях наших опытов. Таким образом, металл действует как катализатор при превращении легкоокисляемых фенолов (ЛОФ) в более токсичные хиноны, чем и объясняется указанный выше биологический эффект смесей металлов и ЛОФ. В случае же трудноокисляемых фенолов (резорцина) этот эффект не наблюдается.

Л и т е р а т у р а

1. Б а р а б о й В.А. Растительные фенолы и здоровье человека. М., 1984.
2. Б е р ж а н с к а я Л.Ю. Временная организация бактериальной биоплюминесценции: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1978.
3. Г и л ь Т.А., С а к с о н о в М.Н., С т о м Д.И. Эффект комбинированного действия тяжелых металлов и фенолов на водные организмы // Вод. ресурсы. 1986. № 3.
4. К у с т о в В.В., Т и у н о в Л.А., В а с и л ь е в Г.А. Комбинированное действие промышленных ядов. М., 1975.

5. М е т е л и ц а Д.И., Д е н и с о в Е.Г. Механизм окисления фенола молекулярным кислородом и присутствии ионов железа и меди // Кинетика и катализ. 1968. Т. 9, № 4.
6. С в о й с т в а неорганических соединений: Справочник. Л., 1983.
7. Э к с т р а к ц и я металлов фенолами. Новосибирск, 1976.
8. S t o m D.J., G e e l T.A., B a l a y a n A.E. Interaction of p-and-o-diphenol toxicity for *B. harveyi* with oxidation // Acta hydrochim. hydrobiol. 1986. Bd 14, N. 4.

НИИ биологии Иркутского университета

УДК 579.68(28)

В.И. Р о м а н е н к о

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ И АКТИВНОСТИ БАКТЕРИЙ НА СЕДИМЕНТИРУЮЩИХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦАХ

Вода любого водоема содержит большое количество взвешенных частиц, поступающих с суши, из атмосферы или образующихся в результате жизнедеятельности организмов. В мелководных озерах и водохранилищах под влиянием ветрового перемешивания в воду вторично поднимаются легкие фракции донных отложений. Все взвешенные частицы содержат громадное количество микроорганизмов. Как авто-, так и гетеротрофные организмы после отмирания подвергаются автолизу и бактериальной деградации и постепенно превращаются в частицы детрита. Процесс трансформации седиментирующих частиц – одно из важнейших звеньев круговорота веществ в водоемах.

Цель настоящей работы состояла в определении численности и активности бактерий на оседающих взвешенных частицах. Из множества существующих методов выделения взвесей нами был избран метод отстаивания. Опыты были поставлены таким образом, чтобы можно было решить и ряд методических задач: время оптимального осаждения частиц, максимального накопления осадка, наибольшей численности и активности бактерий на седиментах.

В 5 бутылей было отобрано по 20 л воды из Рыбинского водохранилища со станции Молога в июне 1985 г. Для приостановления процесса фотосинтеза пробы хранили в черных мешках, не пропускающих свет. Через разные промежутки времени (табл. 1) сифоном сливали 18,5 л воды. Оставшиеся 1,5 л после встряхивания переносили в мерный 2-литровый цилиндр. Бутыль ополаскивали 500 мл дистиллированной воды и выливали туда же. Через 2 сут воду сливали сифоном, осадок переносили

Т а б л и ц а 1

Количество бактерий на органоминеральных частицах
в воде Рыбинского водохранилища

| № бу- тыли | Время осажде- ния час- тиц, сут | Объем осадка, мл | Сухая масса осадка, мг | Потеря массы при про- каливании | |
|---------------|--|------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| | | | | мг | % от сухой массы |
| 1 | 10 | 2.0 | 91.6 | 28.3 | 30.9 |
| 2 | 40 | 1.8 | 53.1 | 17.4 | 32.8 |
| 3 | 60 | 2.9 | 73.7 | 20.5 | 27.8 |
| 4 | 90 | 2.8 | 95.7 | 21.0 | 21.9 |
| 5 | 120 | 3.0 | 95.7 | 21.0 | 21.0 |

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

| № бу- тыли | Общее количество бакте- рий, млрд кл. | | | Сапрофитные бактерии, млн кл. | | |
|---------------|--|-------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| | в 1 мл сырого осадка | во всем осадке | в 1 г сухого осадка | в 1 мл сырого осадка | во всем осадке | в 1 г сухого осадка |
| 1 | 4.2 | 8.4 | 92 | 0.93 | 1.85 | 20.0 |
| 2 | 3.4 | 6.1 | 115 | 4.30 | 7.70 | 145.0 |
| 3 | 1.1 | 3.3 | 44 | 1.00 | 2.95 | 40.0 |
| 4 | 2.4 | 6.6 | 69 | 0.29 | 0.80 | 8.4 |
| 5 | 0.6 | 1.8 | 19 | 0.35 | 1.05 | 10.9 |

Т а б л и ц а 2

Гетеротрофная ассимиляция CO_2 и продукция
бактериальной биомассы на частицах седиментов

| № бу- тыли | Количество карбонатов в воде, мг С/л | Гетеротрофная асси- мiliaция CO_2 , мкг С | | | Продукция бактериаль- ной биомассы, мкг С | | |
|---------------|---|---|-------------------|----------------------------|--|-------------------|----------------------------|
| | | в 1 см ³ осадка | во всем осадке | на 1 г сухого осадка | в 1 см ³ осадка | во всем осадке | на 1 г сухого осадка |
| 1 | 19.8 | 1.5 | 2.8 | 31 | 25 | 46 | 515 |
| 2 | 48.0 | 6.7 | 12.0 | 225 | 111 | 199 | 3735 |
| 3 | 33.9 | 2.0 | 5.8 | 79 | 33 | 96 | 1311 |
| 4 | 37.1 | 1.5 | 4.3 | 45 | 25 | 71 | 747 |
| 5 | 44.8 | 1.6 | 4.8 | 50 | 27 | 79 | 830 |

сили в мерный цилиндр на 100 мл. Еще через 2 сут оставшуюся воду из него удаляли сифоном, изготовленным из ниппельного шланга, осадок переносили в склянку из-под пенициллина, доведя его общий объем до 5 мл. В этой склянке после 2 сут уплотнения определяли окончательный объем осадка. Из 5 мл взвеси готовили 2 препарата на прямой подсчет бактерий на предметных стеклах по методу Виноградского с безбактериальным 0.01%-ным агар-агаром. Бактерии окрашивали эритрозином со слабым подогревом. В 4 склянках определяли гетеротрофную ассимиляцию CO_2 . Для этого в них наливали по 50 мл воды из водоема. Две склянки служили контролем, а в две другие вносили по 0.25 мл взвеси. После этого сюда же добавляли по 1 мл стерильного раствора $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ с активностью $1 \cdot 10^6$ имп/мин. Пробы выдерживали 1 сут в темных мешках при 20 °С, фиксировали формалином и профильтровывали через мембранные фильтры с диаметром пор 0.35 мкм. После обработки соляной кислотой на них под счетчиком Гейгера определяли радиоактивность бактерий. При расчете количества ассимилированной углекислоты на сумму всех форм карбонатов брали их содержание в используемой в опыте воде [1]. Из части осадков готовили разведения для учета сапрофитных бактерий на МПА. Оставшийся осадок высушивали и сжигали в муфельной печи для установления потерь при прокаливании.

Из 20 л воды образовались осадки объемом 1.8–3 мл с сухой массой 53.1–95.7 мг. Максимальные потери ее при прокаливании были заметны через 40 сут (табл. 1). В то же время отмечены максимальное количество бактерий, разлагающих легкоусвояемые органические соединения (сапрофиты), и наибольшая активность бактерий (табл. 2). В дальнейшем содержание органических веществ уменьшалось, так же как и количество бактерий и их активность. На свежееосажденных взвешенных частицах общее количество бактерий было больше, чем в донных отложениях, особенно по отношению их к сухой массе.

Из расчетов следует, что около 20 % бактериальных клеток от общего их количества в воде находилось на органических частицах и на них же содержалось 50–90 % сапрофитных бактерий.

Л и т е р а т у р а

1. Кузнецов С.И., Романенко В.И. Микробиологическое изучение внутренних водоемов (лабораторное руководство). М.; Л., 1963.

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

С о о б щ е н и я

| | |
|--|----|
| К о ж о в а О.М., Д у т о в а Н.В. Морфологическое разнообразие микрофлоры обрастаний (электронно-микроскопические исследования) | 3 |
| Л я ш е н к о О.А. Фитопланктон и содержание хлорофилла „а“ в Угличском водохранилище | 8 |
| О х а п к и н А.Г., Г е н к а л С.И. Центрические диатомовые водоросли в планктоне Чебоксарского водохранилища . . | 12 |
| В о р о н и н Л.В. Основные группы сапротрофных грибов на поверхности тела щуки | 16 |
| К у з ь м и ч е в А.И., К р а с н о в а А.Н., Д о в б н я И.В., Л я ш е н к о Г.Ф., Т р у с о в Б.А., А р т е м е н к о В.И. Высшая водная растительность Волжского плеса Рыбинского водохранилища | 19 |
| Б а к а н о в А.И. О бентосе оз. Неро | 22 |
| К а р а т а е в А.Ю. Изменение средней массы гидробионтов как показатель воздействия подогрева на сообщества макробеспозвоночных водоемов-охладителей | 25 |
| Ж у к о в Б.Ф. Бесцветные жгутиконосцы в планктоне некоторых волжских водохранилищ | 28 |
| М ы л ь н и к о в А.П. Морфология и биология жгутиконосца <i>Sergomonas marina</i> sp. n. | 31 |
| О ш м а р и н П.Г., Ж а р и к о в а Т.И. О некоторых особенностях строения гемиурат (Trematoda : Hemiurata), имеющих хвостовой придаток | 35 |
| В о л о д и н А.В. Действие фенасала на ультраструктуру покровов цестоды <i>Trienophorus nodulosus</i> | 39 |
| В е х о в Н.В. Гинандроморфизм у аностраки <i>Branchinecta tolli</i> (G.O. Sars, 1897) из мелких водоемов арктической Якутии | 45 |
| Д о б р ы н и н а Т.И., Б р а т ч и к Р.Я. Листоногие раки (<i>Conchostraca</i>) рыбоводных хозяйств СССР | 48 |
| Т е л и ч к о Л.П., Д о б р ы н и н а Т.И., В о л ч к о в Н.В. Сравнительное действие соединений ряда N-(дифторбензоил)-N'(4-хлорфенил)мочевины на жизнедеятельность <i>Eocyzocus orientalis</i> Daday (Crustacea, Conchostraca) | 51 |
| В о л о д и н В.М. Состояние воспроизводительной системы рыб в Северо-Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища | 54 |
| З а п р у д н о в а Р.А. Изменение концентрации калия в плазме крови леща <i>in vitro</i> при стрессе и в разные периоды годового цикла. Сообщение 1. Изменение при стрессе . . . | 58 |

| | |
|--|----|
| Мензиков С.А., Гдовский П.А. Хлорактивируемая АТФаза из обонятельной выстилки карася | 62 |
| Румянцев В.Б., Короткевич О.Е., Дружинин Г.В., Егоров Л.К., Апонасенок А.Д., Перфильев В.А. Результаты дистанционных и контактных измерений оптических характеристик воды Рыбинского водохранилища | 65 |
| Гиль Т.А., Апрежкова Н.Ф., Стом Д.И. О причинах различного характера комбинированного действия фенолов с металлами | 69 |
| Романенко В.И. Определение численности и активности бактерий на седиментирующих органоминеральных частицах | 72 |

CONTENTS

Informations

| | |
|--|----|
| K o z h o v a O.M., D u t o v a N.V. Morphological variety of microflora overgrowths (electron microscope studies) | 3 |
| L y a s h e n k o O.A. Phytoplankton and chlorophyll „a" content in the Uglich reservoir | 8 |
| O k h a p k i n A.G., G e n k a l S.I. Centric diatom algae in the plankton of the Cheboksary reservoir | 12 |
| V o r o n i n L.V. The principal groups of saprotroth fungi on the surface of the pike body | 16 |
| K u z m i c h e v A.I., K r a s n o v a A.N., D o v b n y a I.V., L y a s h e n k o G.F., T r u s o v B.A., A r t e m e n k o V.I. Higher aquatic vegetation of the Volga reach in the Rybinsk reservoir | 19 |
| B a k a n o v A.I. On the benthos of the Nero lake .. | 22 |
| K a r a t a e v A.Yu. Variation of the average bulk of hydrobionts as an index of the heating effect on macroinvertebrates communities in cooler-reservoirs.. | 25 |
| Z h u k o v B.F. Colourless flagellate in the plankton of some Volga reservoirs | 28 |
| M y l n i k o v A.P. Morphology and biology of flagellate <i>Cercomonas marina</i> sp. n. | 31 |
| O s h m a r i n P.G., Z h a r i k o v a T.I. On some peculiarities of texture of hemiurata (Trematoda: Hemiurata) with a tail caecum | 35 |
| V o l o d i n A.V. Effect of phenasalum on the ultra-structure of tegmentum of Cestoda <i>Triaenophorus nodulosus</i> | 39 |
| V e k h o v N.V. Gynandromorphism of anostraca <i>Branchinecta tolli</i> (G.O. Sars, 1897) from shallow water-bodies of the Arctic Yakutia | 45 |
| D o b r y n i n a T.I., B r a t c h i k R.Ya. Phyllo-poda (Conchostraca) of fish-breeding farms in the USSR | 48 |
| T e l i c h k o L.P., D o b r y n i n a T.I., V o l c h k o v N.V. The comparative effect of compounds of series N-(difluorobenzoyl)-N'(4-chlorophenyl) of urea on vital activity of <i>Eocyzicus orientalis</i> Daday (Crustacea, Conchostraca) | 51 |

| | |
|--|----|
| V o l o d i n V.M. The state of reproductive system of fishes in the North Sheksna reach of the Rybinsk reservoir | 54 |
| Z a p r u d n o v a R.A. Changes of potassium concentration in blood plasma of bream in vitro at stress during different periods of the annual cycle. Communication 1. Changes at stress | 58 |
| M e n z i k o v S.A., G d o v s k y P.A. Chloro-activated ATPase of the olfactory cover of carp | 62 |
| R u m y a n t s e v V.B., K o r o t k e v i t c h O.Ye., D r u z h i n i n G.V., Y e g o r o v L.K., A p o n a s e n k o A.D., P e r f i l i e v V.A. The results of distant and contact measurements of optical characteristics of water in the Rybinsk reservoir | 65 |
| G i l T.A., A p r e l k o v a N.F., S t o m D.I. The causes of a different character of the combined action of phenol with metals | 69 |
| R o m a n e n k o V.I. Determination of abundance and activity of bacteria on the surface of sedimenting organo-mineral particles | 72 |

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ № 83

Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР

Редактор издательства Т.Л. Ломакина
Технический редактор В.В. Шиханова
Корректор Г.Д. Адейкина

ИБ № 44051

Подписано к печати 22.06.89. М-34156. Формат 60х90 1/16.
Бумага офсетная №1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5.
Усл. кр.-от. 5.25. Уч.-изд. л. 4.95. Тираж 850. Тип. зак.
№1711. Цена 75 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.

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

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресу:

- 117192 Москва, Мичуринский пр., 12. Магазин „Книга-почтой“ Центральной конторы „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, Тихорецкий 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 Пущино, 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. реки 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“).