

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

81

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 81



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 waterbodies

Biology of Inland Waters
Information Bulletin

№ 81

УДК 574.5(28)

Бюллетень содержит статьи по фитопланктону, водной растительности, морфологии, физиологии и биохимии гидробионтов, гидрологии и гидрохимии. Особое внимание уделено новым подходам в исследовании микробного населения водоемов.

Издание рассчитано на гидробиологов, гидрологов, экологов.

Ответственный редактор Ю.М. ЛЕБЕДЕВ
Рецензенты Н.М. КРЮЧКОВА, И.К. РИВЬЕР

Научное издание

2 567-11

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ № 81

Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР

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

3656711

ИБ № 44049

Подписано к печати 21.02.89. М-34047. Формат 60x90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4.50. Усл. кр.-от. 4.75.
Уч.-изд. л. 4.64. Тираж 850. Тип. зак. № 1319. Цена 75 коп.

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

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

1903040100 - 532
Б 055(02)-89 481-89

© Издательство „Наука“, 1989 г.

СОВЕТСКО-АМЕРИКАНСКОМУ СОТРУДНИЧЕСТВУ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ - 15 ЛЕТ

В 1972 г. заключено соглашение между правительствами СССР и США о сотрудничестве в области охраны окружающей среды. В соответствии с ним был организован ряд советско-американских рабочих групп по различным аспектам. Одна из них - группа по сотрудничеству в области предотвращения загрязнения вод.

В 1987 г. сотрудничеству двух стран исполнилось 15 лет. В ознаменование этой даты в г. Атенсе (США) состоялось заседание рабочей группы и был проведен советско-американский симпозиум по теме „Судьба и влияние загрязняющих веществ на водные организмы и экосистемы“. В мероприятиях принимала участие делегация советских специалистов в составе 9 человек, возглавляемая зам. директора по научной работе ВНИИВО (г. Харьков) А.К. Кузиным.

На заседании рабочей группы, проходившем с 14 по 19 октября, обсуждены результаты сотрудничества по вопросам планирования и управления качеством воды речных бассейнов, озер и эстуариев, а также по влиянию загрязняющих веществ на водные организмы и экосистемы. Последняя тема и является предметом обсуждения специалистов Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина АН СССР с американскими специалистами. В процессе заседаний отмечены успехи в деле охраны водоемов от загрязнения за прошедшие годы. Обмен информацией, знакомство с применяемыми химико-аналитическими, биохимическими, микробиологическими и токсикологическими методами оценки качества воды, проведение совместных научных исследований, имеющих большое теоретическое и практическое значение, а также организация совместных симпозиумов - таков путь развития сотрудничества ученых двух стран.

В последние годы усилия обеих сторон были направлены на исследования механизмов токсичности и разработку методов предсказания воздействия загрязняющих веществ на водные организмы и экосистемы. Выполнены эксперименты по изучению кинетики поглощения и выведения пентахлорфенола при его инъ-

екциях в аорту рыб и при поступлении из водной среды; осуществлена проверка моделей, основанных на физиологических принципах и описывающих поглощение, расщепление и выведение этого вещества из организма рыб. Продолжаются исследования других загрязняющих веществ, отличающихся друг от друга химическими свойствами и степенью токсического действия на водные организмы.

На заседании рабочей группы достигнута договоренность о продолжении сотрудничества в этой области. Его цель - дальнейшее углубление совместного изучения влияния загрязняющих веществ на водные организмы и экосистемы. В перспективе планируются дальнейший обмен информацией, совершенствование и сравнение применяемых в СССР и США методов токсикологической оценки и установления стандартов качества воды, дальнейшее изучение влияния загрязняющих веществ различной химической природы и происхождения. Особое внимание будет уделено проблемам вторичного загрязнения.

В работе советско-американского симпозиума, проходившего 19-21 октября на базе Института экологии университета штата Джорджия (г. Атенс), наряду с советскими и 50 американскими специалистами приняли участие также и канадские ученые. Большинство докладов было посвящено обсуждению результатов влияния различных загрязняющих веществ на водные организмы и экосистемы. С советской стороны хотелось бы отметить доклады Г.А. Виноградова „Влияние ионов аммония на ионный обмен у пресноводных рыб и беспозвоночных”, Г.М. Чуйко „Механизмы различной устойчивости карпа и окуня к действию фосфорорганического соединения ДДВФ”, доклад Б.А. Флерова и В.Т. Комова, а с американской - сообщения М.Г. Хенри, Т.А. Хеминга (США) „Тестирование токсичности в натуральных условиях в США и СССР”, Д.Дж. Рендала (Канада), Р.В. Турстона и Р.М. Руссо (США) „Распределение и экскреция аммиака рыбой” и Т.А. Хайнса (Канада) „Нагрузка микроэлементами и повреждения жабр у рыб в связи с окислением поверхностных вод атмосферными выпадениями”. Содержательными были доклады С.Дж. Лозано (США) „Реакция сообщества водных организмов к воздействию пестицидов: многовариантный анализ” и П.А. Парка (США) с соавторами „Оценка риска токсических загрязнителей в отношении водных организмов и экосистем с применением метода последовательного моделирования”.

Доклады, представленные на симпозиуме, и основные результаты за годы сотрудничества рабочей группы в области предотвращения загрязнения вод планируется опубликовать на русском и английском языках отдельными изданиями.

Н. В. Б у т о р и н

IV ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ
ПО ОПЫТНО-ПОКАЗАТЕЛЬНОЙ ТЕМЕ
„МОТЫЛЬ CHIRONOMUS PLUMOSUS L. И ЕГО
ПРОДУКТИВНОСТЬ В АРЕАЛЕ" ПРОЕКТА 8^б(18)
СОВЕТСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ЮНЕСКО
„ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА", СИСТЕМАТИКЕ
И БИОЛОГИИ ХИРОНОМИД

Совещание состоялось в Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина АН СССР 13-15 октября 1987 г. В его работе приняло участие 36 специалистов из 20 научно-исследовательских и высших учебных учреждений Советского Союза. На пленарных заседаниях заслушаны и обсуждены 8 докладов и 5 информационных сообщений, был представлен также 21 стендовый доклад. На совещании рассмотрены проблемы биологии, экологии и систематики хирономид, особое внимание было уделено мотылю и близкородственным с ним видам. Затронуты вопросы унифицирования морфокариологических и гидробиологических методов исследования.

Н.Ю. Соколова (МГУ) сообщила о работах, проводимых в СССР по модельным видам беспозвоночных Советской национальной программы, и о II Всесоюзном семинаре по модельным видам беспозвоночных проекта 8^б „Вид и его продуктивность в ареале" программы ЮНЕСКО „Человек и биосфера", проходившем 31 марта-2 апреля 1987 г. в пос. Борок на базе Института биологии внутренних вод АН СССР.

С составом специалистов, принимающих участие в работе по опытно-показательной теме, ознакомила собравшихся А.И. Шилова (Институт биологии внутренних вод АН СССР). Ею же была представлена рецензия на определитель куколок хирономид Голарктики (*Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnosis. Pt 2. Pupae* / Ed. T. Wiederholm // *Ent. scand.* 1986. Suppl. 28), а также сделано сообщение об итогах выполнения опытно-показательной темы и программе дальнейших работ. Поставлена задача комплексного исследования рода *Chironomus* с одновременным использованием биологических, экологических, морфологических

и генетических методов, без чего невозможно более глубоко узнать модельный вид. Были представлены результаты изучения мотыля из многих точек ареала; отмечено, что вид крайне слабо исследован на Украине, в Средней Азии, Дальнем Востоке и близ северной границы ареала.

Интересные данные по кариотипической и морфологической изменчивости *Chironomus plumosus* L. из соровой зоны Байкала были представлены В.И. Провиз (Лимнологический ин-т АН СССР). Дискуссию вызвал доклад Н.А. Шобанова (Институт биологии внутренних вод АН СССР) о морфологической дифференциации личинок *Chironomus* группы *plumosus*. Было высказано пожелание скорейшей публикации материалов доклада, позволяющих гидробиологам диагностировать виды рода *Chironomus* группы *plumosus* морфологическими методами.

Современное состояние проблемы питания у двукрылых было подробно освещено Н.Б. Ильинской (Ин-т цитологии АН СССР). Данные по хромосомным числам и характеристике кариотипов хирономид мировой фауны представлены Н.А. Петровой (Зоологический ин-т АН СССР). О систематике и распространении диамезин Голарктики доложил Е.А. Макаrenchенко (Биолого-почвенный ин-т ДВНЦ). Доклад А.А. Линевиц (Лимнологический ин-т АН СССР) о происхождении и становлении фауны хирономид Байкала был зачитан В.И. Провиз. Состоялась дискуссия о возможности использования хирономид, *Ch. plumosus* в частности, в качестве биоиндикаторов состояния водоемов и водотоков.

Значительная часть стендовых докладов содержала материалы по различным аспектам изучения мотыля: росту, особенностям развития, сезонной динамике, продукции, хромосомному полиморфизму. Были представлены также доклады, посвященные систематике хирономид и кариологическим характеристикам различных видов рода.

Активное обсуждение всех представленных на совещании материалов позволило каждому участнику скоординировать свою работу и наметить основное направление дальнейших исследований. Принятое совещанием решение будет опубликовано в Информационном бюллетене Советской национальной программы „Человек и биосфера“.

Участники совещания выразили благодарность дирекции Института биологии внутренних вод АН СССР, оргкомитету, сотрудникам лаборатории биологии и систематики водных организмов за его хорошую организацию. Следующее совещание намечено провести в пос. Борок в 1990 г.

А.И. Ш и л о в а

УДК 576.8(28)

Д. Б. Косолапов, Н. А. Лаптева

ИЗУЧЕНИЕ ВОДНОЙ МИКРОФЛОРЫ С ПОМОЩЬЮ СКАНИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА

Этот метод широко применяется для изучения структуры микробных сообществ в почве, на растениях, а также форм и поверхностных структур бактериальных клеток [1-3]. Цель настоящей работы - разработка метода исследования взаимоотношений водных бактерий в колониях и на поверхности водорослей.

Препараты для сканирования приготавливали двумя способами. Исследуемую пробу наносили на покровное стекло. Через 5 ч жидкость удаляли, и препараты фиксировали в парах формалина. Одновременно 5-10 мл пробы фильтровали через ядерный фильтр с порами 0.05 мкм. Приготовленные образцы высушивали на приборе НСР-2 фирмы "Hitachi", напыляли золотом и просматривали под микроскопом ISM-25S. Разные способы приготовления препаратов имеют свои преимущества: на стекле сохраняется пространственная взаимосвязь микроорганизмов в микроколониях и в обрастаниях на водорослях. При фильтровании проб такая связь может нарушиться, и к тому же на ядерных фильтрах клетки удерживаются слабо, так как их поверхность сильно наэлектризована. Вероятно, с них предварительно необходимо снимать статическое электричество. Но на фильтрах качественнее получается трехмерное изображение микробных клеток (рис. 1, в, г), чем на стекле (рис. 1, д, е).

Сканирование позволяет лучше рассмотреть нитчатые организмы (рис. 1, а, б), связь бактериальных клеток в цепочках (рис. 2, д, ж), редкие микроорганизмы, например почкующиеся (рис. 2, е) и *Microcyclopus* (рис. 2, з). Четко выявляются бактериальные клетки на детрите (рис. 2, а), в консорции (рис. 2, б) и микроколониях (рис. 2, в, г).

На фотографиях (рис. 3) приведены результаты изучения взаимоотношения водорослей и бактерий при совместном их культивировании. Бактериями плотно обрастали стареющие клет-

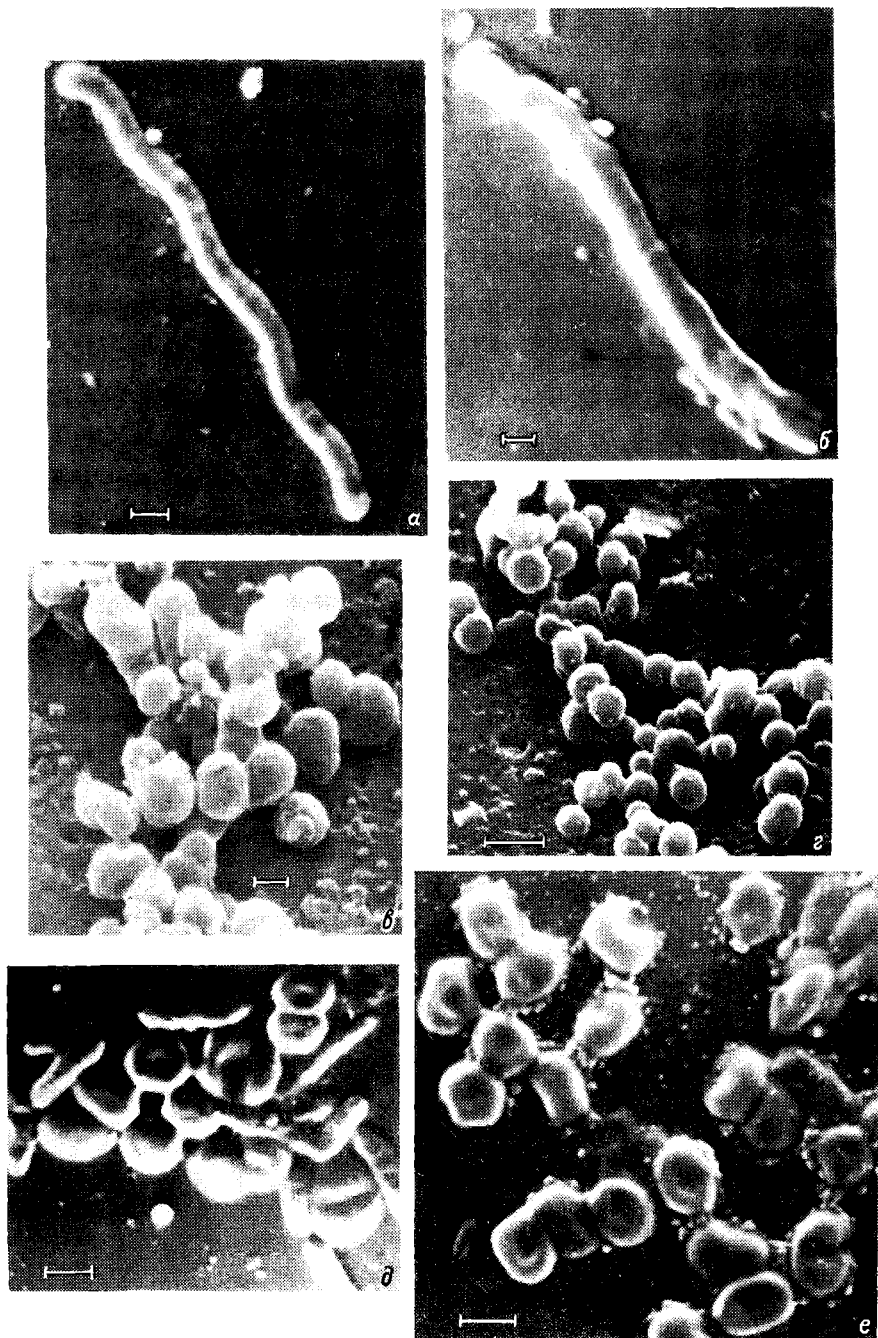


Рис. 1. Микрофотографии микроорганизмов Рыбинского водохранилища. Масштаб на рис. 1-3 соответствует 1 мкм. Объяснения к рис. 1-3 в тексте.

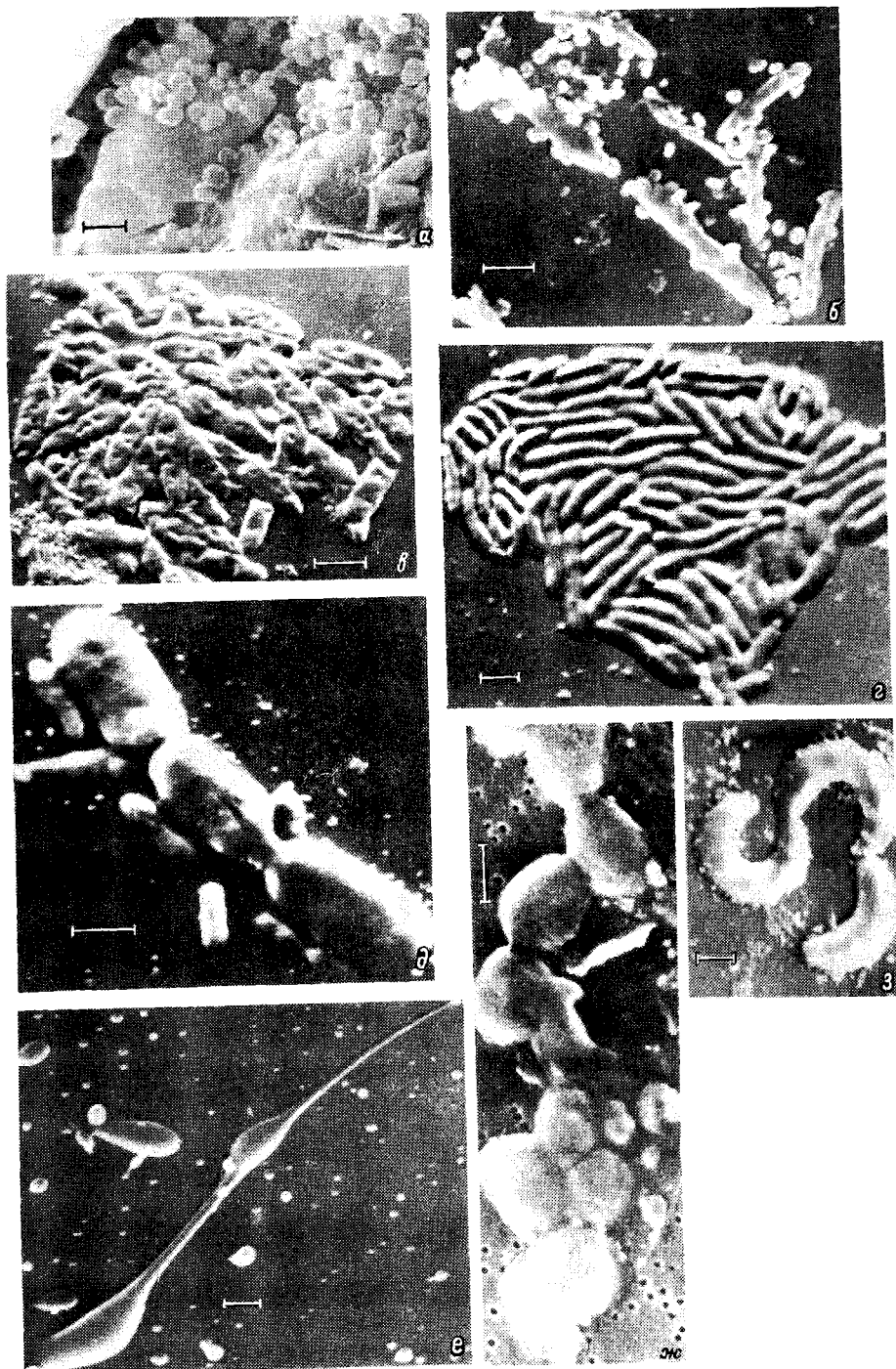


Рис. 2. Микрофотографии микроорганизмов Рыбинского водохранилища.

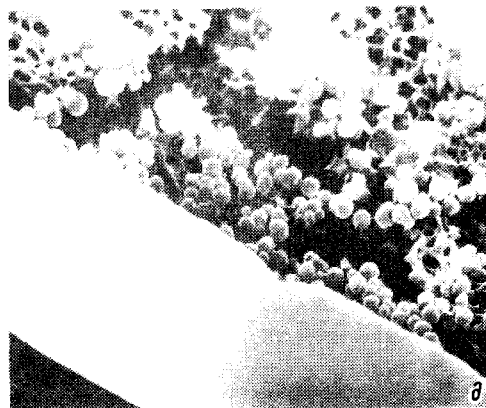
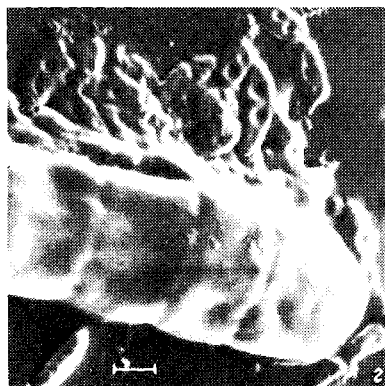
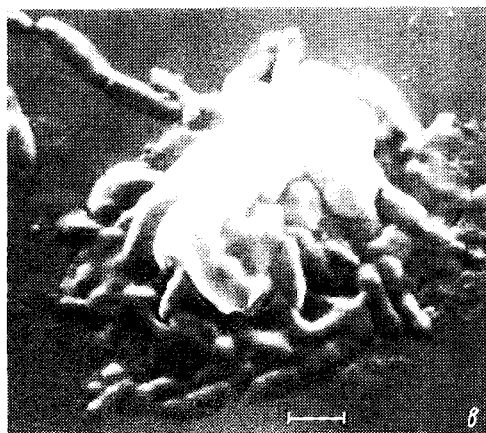
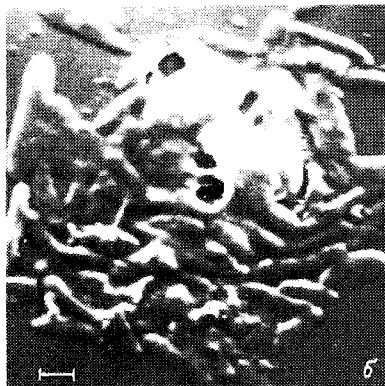
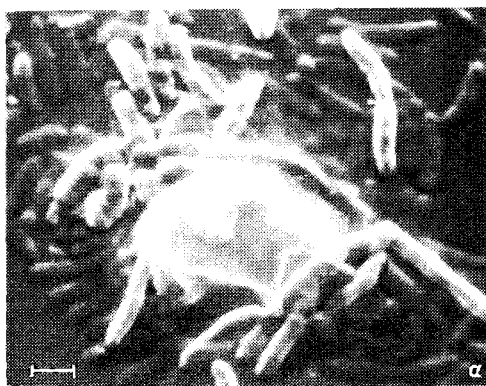


Рис. 3. Микрофотографии сообществ водоросли-бактерии.

ки водорослей хлореллы (рис. 3, а, б, в) и сценедесмума (рис. 3, г, д). Сообщества водорослей и бактерий встречали и в водоеме (рис. 3, е).

Таким образом, сканирующий микроскоп целесообразно применять при изучении взаимоотношений водорослей и бактерий, степени агрегированности клеток в водоемах. При соответствующей доработке метод приготовления препаратов на фильтре можно использовать для учета общего числа бактерий.

Л и т е р а т у р а

1. Гузев В.С., Бондаренко Н.Г., Бызов Б.А., Мирчинк Т.Г., Звягинцев Д.Г. Структура инициированного микробного сообщества как интегральный метод оценки микробиологического состояния почвы // Микробиология. 1980. Т. 49 (1).
2. Lasinsky D., Erstfeld K., Clifford P., Sicko-Goad L. Examination of the surface microlayer of Lake Michigan using scanning electron microscopy // Micron. 1982. Vol.13, N4.
3. Royle D.Y. Scanning electron microscopy of plant surface microorganisms // Microbial aerial - plant surfaces. London, 1976.

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

УДК 579.68.08

В.И. Романенко

КОЛИЧЕСТВО БАКТЕРИЙ НА ЭКРАНИРУЮЩЕМ СЛОЕ И В ГЛУБИНЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Естественно предположить, что на экранирующем слое донных отложений, куда опускаются все взвешенные частицы из воды, микроорганизмы наиболее обеспечены легкоусвояемыми органическими соединениями и поэтому находят здесь наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности. Живущие же в более глубоких слоях используют или трудно усвояемые вещества, или потребляют растворимые органические соединения, диффундирующие с поверхности. На мелководных участках органическое вещество с поверхности в глубину может переноситься также в результате ветрового взмучивания и вторичного осаждения частиц. Одним из важнейших факторов в его перемешивании является деятельность таких животных, как илоядные рыбы, тубифициды и хирономиды.

Количество бактерий на поверхности и в глубине ила в расчете на сырую и сухую массу в Рыбинском водохранилище

Станция	Сырая масса ила, взятого для изготовления препарата, мг	Масса ила в препаратах на стекле при определении влажности, мг		Влажность, %	Общее количество бактерий на массу ила, млрд. кл./г	
		сырая	сухая		сырую	сухую
О-в Луковец	<u>3.2</u>	<u>32.5</u>	<u>1.9</u>	<u>94.2</u>	<u>6.6</u>	<u>113</u>
	3.4	84.2	28.1	33.3	7.3	22
Коприно	<u>7.1</u>	<u>12.4</u>	<u>1.05</u>	<u>91.5</u>	<u>2.1</u>	<u>25</u>
	7.0	69.1	16.40	76.3	2.5	11
русло Волги	<u>5.7</u>	<u>16.2</u>	<u>1.9</u>	<u>88.3</u>	<u>4.7</u>	<u>40</u>
	8.7	37.5	15.3	77.3	6.7	30
пойма Волги	<u>2.6</u>	<u>22.6</u>	<u>0.1</u>	<u>99.5</u>	<u>2.1</u>	<u>420</u>
	4.9	25.5	3.0	88.2	7.5	64
О-в Карагач	<u>5.6</u>	<u>66.7</u>	<u>5.2</u>	<u>92.2</u>	<u>3.0</u>	<u>14</u>
	4.6	56.3	21.4	38.0	4.9	8
Измайлово	<u>5.6</u>	<u>66.7</u>	<u>5.2</u>	<u>92.2</u>	<u>3.0</u>	<u>39</u>
	3.9	102.0	7.8	92.4	3.3	43
Наволоок	<u>4.9</u>	<u>36.2</u>	<u>2.55</u>	<u>92.9</u>	<u>3.6</u>	<u>109</u>
	5.9	67.4	15.30	67.6	5.4	30
Среднее количество бактерий						

П р и м е ч а н и е. Над чертой - пробы взяты в слое воды 0-2 мм от поверхности, под чертой - с 10 мм.

Экранирующий слой - это своеобразная экологическая ниша микроорганизмов. Здесь постоянно присутствуют ползающие бактерии, гифы грибов, здесь же отмечены интенсивное обрастание предметных стекол и столь же активное накопление в обрастаниях меченных ^{14}C и ^{32}P биогенных элементов [2]. А. Н. Буторин [1] установил, что в этом слое численность аэробных бактерий из разных физиологических групп больше, чем в глубоких слоях. Но при отборе проб ила с поверхности бактериологической петлей или стеклянной трубкой наряду со взвешенными частицами набирается и вода. Поэтому расчеты количества микроорганизмов на сырую массу приводят к искажению результатов. Мы попытались определить количество бактерий с учетом влажности используемых навесок.

Донные отложения отбирали в Рыбинском водохранилище трубчатым стратометром, из которого пробы брали стеклянной трубкой диаметром 15 и длиной 155 мм. В лаборатории с помощью отрезка пробирки ил в трубке продвигали к ее верхнему краю, воду при этом сливали и пробу ила брали с помощью глазного скальпеля. Препараты для подсчета бактерий готовили на предметных стеклах методом микронавесок [3]. Сразу же на других стеклах определяли влажность ила. Для этого на прогретое на пламени спиртовки стекло наносили порцию ила, накрывали колпачком, сделанным из кончика пробирки, и взвешивали на аналитических весах. По разности массы чистого стекла и стекла с пробой определяли массу взятой взвеси ила. Препарат прогревали на пламени горелки до испарения воды и взвешивали вторично. Из каждой колонки пробы брали в слое воды 0-2 и 10 мм от поверхности.

Как видно из таблицы, влажность в пробе ила на станции у о-ва Луковец в поверхностном слое была равна 94.2%, на глубине 10 мм она была почти в 3 раза меньше - 33.3%. Следовательно, в первом случае для подсчета бактерий было взято 5.8%, во втором - 66.7% сухого вещества, что соответствует пропорции 1:12. Из этого следует, что при расчете численности бактерий при использовании сырой массы ила мы внесли бы значительную ошибку в результат. В этой пробе ила в расчете на сырую массу было получено 6.6 млрд. кл./г у самой поверхности и 7.3 млрд. кл./г на глубине 10 мм. При расчете же на сухую массу численность бактерий была равна 113 и 22 млрд. кл./г соответственно.

В различных пробах донных отложений количество бактерий в „поверхностной пленке” и на глубине заметно различается, но чаще всего у поверхности бактерий значительно больше (в среднем в 3 раза), чем на глубине 10 мм от поверхности.

Следовательно, ввиду того что при отборе проб ила на экранном слое мы брали значительное количество воды, расчеты следует производить на сухую массу. Содержание воды в иле можно определить с помощью микрометода с использованием аналитических весов.

Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н А.Н. Микрофлора поверхностного слоя илов озер Северо-Двинской системы // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985. № 65.
2. Р о м а н е н к о В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л., 1985.
3. Р о м а н е н к о В.И., Р о м а н е н к о В.А. К методике определения численности бактерий в иловых отложениях водоемов // Микробиология. 1971. Т. 40, вып. 5.

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

Н.А. Лаптева

ЧИСЛЕННОСТЬ И АКТИВНОСТЬ
МИКРОФЛОРЫ В ОЗ. БАЙКАЛ

В оз. Байкал общее число микроорганизмов в поверхностных слоях воды (0–50 м) колеблется от 0.3 до 2 млн. кл./мл [1]. Число сапрофитных бактерий, учитываемых на рыбопептонном агаре (РПА), не превышает 50 кл./мл, а на РПА, разведенном в 10 раз, – 150 кл./мл [3]. От общего числа они составляют небольшой процент, так как питательные среды, применяемые для учета жизнедеятельной микрофлоры, далеки от состава воды озера. Длительное время генерации клеток затрудняет определение продукции бактериальной биомассы прямым методом. Таким образом, до настоящего времени нет четкого представления о физиологическом состоянии микроорганизмов в озере. Цель нашей работы – определить численность жизнедеятельной микрофлоры в озере путем посевов на бедные питательные среды и оценить ее активность по величине темновой ассимиляции углекислоты.

Материал собран летом и осенью в 1981, 1982 и 1985 гг. по всей акватории озера и на разных глубинах, соответствующих различным экологическим зонам. Отбор производили в основном на центральных станциях разрезов Половинка–Мурино, Маритуй–Солзан, Листвянка–Танхой, Харауз–Красный Яр, Анга–Сухая, Ухан–Турка, Солнечный–Ушканья острова, Елохин–Давша, Тья–Немнянка и на станциях Баргузинский залив, Загудук, Голый Кукуй. Предложенная Лимнологическим институтом сетка станций охватывает все котловины озера.

Пробы для стерильных посевов на среды и прямого счета бактерий отбирали батометром Романенко и Младовой [5], для определения темновой ассимиляции углекислоты – батометром Руттнера. Олигокарбофильные бактерии (ОБ) в предварительных исследованиях района Северного Байкала учитывали на разных питательных средах: № 1 (основная) – стерильная вода озера; № 2 – стерильная вода Рыбинского водохранилища; № 3 – среда № 1 + 10 мг/л органических веществ, выделяемых прижизненно отдельными видами протококковых, зеленых и синезеленых водорослей; № 4 – гидролизат казеина (5 мг/г) + дрожжевой экстракт фирмы „Дифко“ (5 мг/г) + среда № 1; № 5 – мясопептонный бульон; № 6 – среда № 1 + гидролизат казеина (0.5 г/л) + + дрожжевой экстракт (0.5 г/л) + агар-агар (10 г/л); № 7 – среда № 4 + агар-агар (10 г/л).

На жидкие среды посевы производили по классическому методу титров (в 5- и 10-кратных разведениях) в трех повторностях, на агаризованные – в четырех. Через 14 сут инкубации при комнатной температуре в пробирки с посевами вносили по

Т а б л и ц а 1

Число олигокарбофильных бактерий, определенных на разных питательных средах, и их процентное отношение к общему количеству микроорганизмов

Среда	Поверхность (520)		Термоклин (260)		Гиполимнион (170)	
	тыс. кл. /мл	%	тыс. кл. /мл	%	тыс. кл. /мл	%
1	13.20 \pm 1.82	2.50	3.3 \pm 0.70	1.26	0.50 \pm 0.10	0.29
2	1.84 \pm 2.30	3.50	1.3 \pm 0.20	0.50	0.40 \pm 0.05	0.24
3	15.00 \pm 3.80	3.00	3.0 \pm 0.80	1.20	0.39 \pm 0.10	0.23
4	29.10 \pm 7.40	5.60	2.6 \pm 0.60	1.00	0.40 \pm 0.10	0.24
5	0.90 \pm 0.24	0.17	0.5 \pm 0.10	0.18	0.04 \pm 0.02	0.02
6	0.33 \pm 0.09	0.06	0.2 \pm 0.05	0.07	0.14 \pm 0.06	0.08
7	0.30 \pm 0.08	0.06	0.1 \pm 0.03	0.04	0.10 \pm 0.04	0.06

П р и м е ч а н и е. В скобках – общее число бактерий.

1 капле гидролизата белка, меченного ^{14}C , с активностью $0.25 \cdot 10^6$ имп./мл [2]. Затем фильтровали через 2–3 ч и фильтры промывали 10 мл байкальской воды. О наличии роста судили по радиоактивности бактерий на фильтрах и сравнивали с контролем (незасеянные пробирки). Темновую ассимиляцию углекислоты определяли с помощью ^{14}C [5]. Стобранную воду разливали по 100 мл в склянки, промытые хромпиком, и вносили по 1 мл $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$ с активностью $4 \cdot 10^6$ имп./ (мин·мл), инкубировали в течение суток при естественной температуре. Пробы фильтровали через мембранные фильтры „Сынпор” № 7. Радиоактивность бактериальных клеток подсчитывали под счетчиком Гейгера.

Максимальная численность олигокарбофильных бактерий во всех пробах была учтена на жидких средах (№ 1–4). Наибольший процент их от общего количества отметили в посевах из поверхностного слоя воды (табл. 1). На агаризованных средах (№ 6 и 7) и на мясопептонном бульоне (№ 5) они составляли 0.3–0.9% от общего содержания микроорганизмов. Более подробно учитывали количество олигокарбофильных бактерий по озеру на среде № 4, так как на ней более четко определялась граница предельного развития бактерий.

Полученные за два года результаты показали довольно большой разброс числа ОБ по всему озеру (коэффициент вариации 3). Их количество колебалось от 100 до 1 тыс. кл./мл с максимумом в средней котловине (табл. 2). При этом они разви-

Т а б л и ц а 2

Численность (тыс. кл./мл) и активность (мкг С/(л·сут))
микроорганизмов в воде оз. Байкал

Глубина, м	Общее число бактерий	Число олигокарбофильных бактерий	Скорость темновой ассимиляции $^{14}\text{CO}_2$
Ю ж н ы й Б а й к а л			
0	860	1.00	0.56
10	2300	0.50	0.91
25	790	0.28	0.30
50	162	0.25	0.08
100	78	0.10	0.06
500	70	0.20	0.01
У дна	50	0.03	0.08
С р е д н е е	620	0.34	0.29
С р е д н и й Б а й к а л			
0	1600	1.8	0.72
10	1500	5.0	0.75
25	1280	3.0	0.13
50	310	0.4	0.11
100	173	0.4	0.05
500	45	0.3	0.02
У дна	75	0.001	0.35
С р е д н е е	700	1.5	0.30
С е в е р н ы й Б а й к а л			
0	1100	0.30	0.54
10	2100	0.37	0.77
25	750	0.60	0.50
50	146	0.05	0.04
100	166	0.05	0.05
500	60	0.02	0.05
У дна	70	0.05	0.04
С р е д н е е	630	0.2	0.28
С р е д н е е п о о з е р у			
0	1200	1.00	0.60
10	1970	1.95	0.72
25	940	1.30	0.30
50	200	0.34	0.07
100	143	0.23	0.05
500	58	0.17	0.04
У дна	65	0.03	0.17
С р е д н е е	650	0.72	0.29

вались интенсивнее в воде ст. Ухан-Турка. Минимальное количество определяли в северной части озера – сотни клеток в 1 мл воды. Особенно низкое число ОБ было в воде ст. Солпечный-Ушканьи острова. В Южном Байкале они преобладали в воде ст. Половинка-Мурино. В целом по Байкалу количество ОБ составило всего лишь 0,1–0,05 % от общего числа бактерий, тогда как в оз. Севан – 10–100%. Такой низкий процент ОБ характерен для ультраолиготрофных озер средних широт [2]. Но по сравнению с сапрофитами количество ОБ в оз. Байкал было выше в сотни раз.

С глубиной содержание ОБ снижалось так же, как и общее число бактерий, в гипolimнионе колебалось на разных станциях от 5 до десятков клеток в 1 мл. На отдельных станциях в разные сроки отбора проб на глубине 500 м или в придонных горизонтах их было зарегистрировано до сотни клеток в 1 мл. Численность ОБ хорошо коррелирует с общим числом бактерий (коэффициент корреляции 0,5) и слабее с величинами темновой ассимиляции (0,17).

Общее число бактерий и величины темновой ассимиляции были максимальными, как правило, в зоне резкого скачка температуры на станциях Южного и Северного Байкала. Здесь микроорганизмы ассимилировали углекислоту со скоростью 1–2 мкг С/(л.сут). В зоне гипolimниона активность снижалась до сотых долей микрограммов и повышалась у дна южной и средней котловин озера.

Средняя величина гетеротрофной ассимиляции, полученная по результатам разных станций и всех глубин водной толщи для отдельных котловин, колебалась в пределах 0,3 мкг С/(лх.сут). Наиболее активная микрофлора была отмечена на разрезах Половинка-Мурино и Маритуй-Салзан в районе Южного Байкала, на станциях Голый Кукуй и Баргузинский залив в средней части озера, на станциях Елохин-Давша и Северный Байкал. Следует отметить, что с наибольшей интенсивностью фиксировали углекислоту микроорганизмы в поверхностном 25-метровом слое воды озера – 0,3–0,7 мкг С/(л.сут). Это практически сопоставимо с величинами (0,36), полученными Э.А. Максимовой с соавторами в августе 1974–1976 гг. в южной части [4].

Таким образом, проведенные исследования выявили незначительную численность ОБ и слабую способность микрофлоры фиксировать углекислоту, хотя общее число микроорганизмов может достигать 1–2 млн. кл./мл. Возможно, что активное развитие микроорганизмов сдерживает недостаток легкоусвояемого органического вещества. По данным Б.А. Скопинцева [6], оно составляет 20–30% от общей концентрации органического вещества (1,28–1,00 мг С/л). Поэтому низкий уровень протекаемых процессов практически затрудняет оценку физиологического состояния микрофлоры.

Уникальность экологических условий оз. Байкал требует разработки и совершенствования методов определения количественных показателей микроорганизмов (питательные среды, температура культивирования и т. д.). Для определения активности микрофлоры наиболее перспективен радиоуглеродный метод. При этом можно использовать органические вещества, меченные по углероду.

Л и т е р а т у р а

1. Г о м а н Г.А., Н е ч е с о в И.А. Некоторые вопросы организации микробиологического мониторинга на Байкале // Микроорганизмы в экосистемах озер и водохранилищ. Новосибирск, 1985.
2. Л а п т е в а Н.А. Численность олигокарбофильных бактерий в пресных озерах // Пресноводные гидробионты и их биология. Л., 1983.
3. М а к с и м о в а Э.А., М а к с и м о в В.Н., В о р о б ь е в а Е.И. О количестве гетеротрофных микроорганизмов в воде озера Байкал // Микробиология. 1974. Т. 43, вып. 1.
4. М а к с и м о в а Э.А., М а к с и м о в В.Н., П а н а с е н к о в Ю.В. Динамика поглощения $^{14}\text{CO}_2$ естественными популяциями микроорганизмов пелагиали Байкала // Токсикогенетические и экологические аспекты загрязнения окружающей среды. Иркутск, 1982.
5. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974.
6. С к о п и н ц е в Б.А. Водный гумус в озерах Ладожском и Байкал // Гидробиол. журн. 1983. Т. 19, вып. 1.

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

УДК 579.68(285.2)

В.В. Д р ю к к е р, Т.Я. К о с т о р н о в а

РАЗВИТИЕ ОЛИГОКАРБОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ В ОЗ. БАЙКАЛ НА БЕЗБАКТЕРИАЛЬНОЙ ВОДЕ

Содержание органического вещества в воде оз. Байкал в эвфотической зоне составляет 1.5–1.6, а на глубинах 500–1300 м – 1.02–1.06 мг С/л [1]. Общая численность бактерий в поверхностном 10-метровом слое воды может достигать 1–2 млн. кл./мл. Вероятно, большинство обитающих здесь бактерий принадлежит к олигокарбофильным, развивающимся при низких кон-

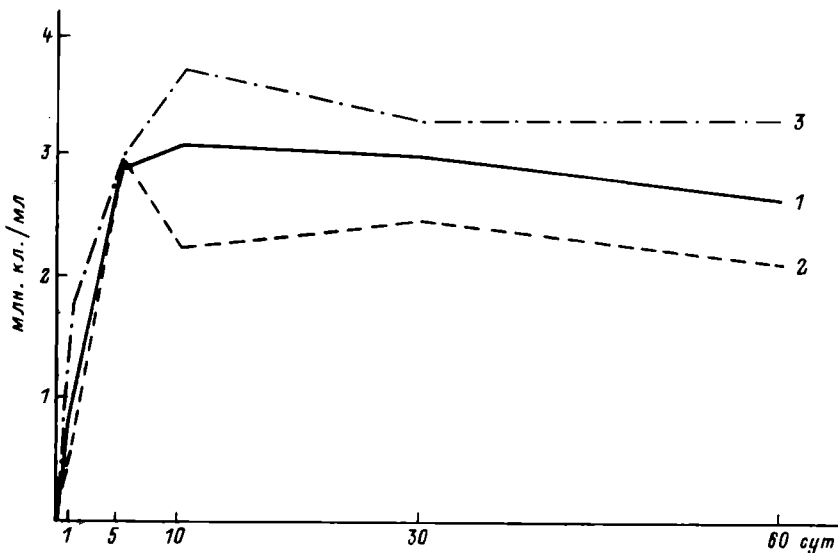
Развитие олигокарбофильных бактерий на стерильной
природной воде оз. Байкал, тыс. кл./мл

Станция	Общее число в про- бе	Исход- ное в опыте	Число бактерий в процессе развития				
			1 сут	5 сут	10 сут	30 сут	60 сут
3 км от Тыи	<u>63</u> 128	<u>42</u> 85	<u>1026</u> 183	<u>2759</u> 2365	<u>3095</u> 2472	<u>1306</u> 2130	<u>2508</u> 2593
Тыя-Нем- нянка (центр)	<u>80</u> 209	<u>53</u> 139	<u>1954</u> 1616	<u>4061</u> 3347	<u>3682</u> 3575	<u>4064</u> 3649	<u>4061</u> 2350
3 км от Немнянки	<u>142</u> 112	<u>94</u> 74	<u>194</u> 97	<u>2339</u> 2304	<u>1975</u> 4108	<u>1821</u> 5193	<u>1655</u> 3204
3 км от Давши	<u>741</u> 614	<u>494</u> 409	<u>147</u> 145	<u>2012</u> 2071	<u>1696</u> 2770	<u>2884</u> 2832	<u>2122</u> 2354
Елохин- Давша (центр)	<u>772</u> 596	<u>514</u> 397	<u>478</u> 1018	<u>3928</u> 2974	<u>3003</u> 2207	<u>2442</u> 1839	<u>2773</u> 2137
3 км от Елохина	<u>1030</u> 874	<u>686</u> 582	<u>1165</u> 633	<u>3042</u> 1916	<u>2023</u> 1736	<u>3295</u> 1434	<u>2501</u> 1523
3 км от Танхоя	<u>487</u> 537	<u>324</u> 358	<u>1521</u> 1845	<u>2508</u> 2895	<u>3623</u> 3476	<u>2935</u> 4035	<u>3200</u> 3649
Листвянка- Танхой (центр)	<u>427</u> 121	<u>284</u> 80	<u>1817</u> 1644	<u>2571</u> 3101	<u>4175</u> 3674	<u>3101</u> 3512	<u>2328</u> 3840
3 км от Листвянки	<u>119</u> 117	<u>79</u> 78	<u>1867</u> 1582	<u>3307</u> 3439	<u>4101</u> 3167	<u>3090</u> 3027	<u>4244</u> 3134

П р и м е ч а н и е. Над чертой – в поверхностном слое,
под чертой – на глубине 10 м.

центрациях органического вещества. В.И. Романенко [5] пред-
ложил такие микроорганизмы учитывать на природной воде,
т. е. среде, в которой они обитают в водоемах. Как показали
исследования ряда авторов [2, 3, 6], микрофлора воды на та-
кой среде развивается интенсивнее, чем на богатых органиче-
ским веществом стандартных средах.

В связи с этим мы изучали развитие микрофлоры оз. Бай-
кал, используя в качестве питательной среды стерильную воду
озера. Опыты проводили в ноябре 1986 г. Среду для посевов
олигокарбофильных бактерий готовили по методу В.И. Рома-
ненко [5]. Чтобы освободиться от бактериальных клеток, бай-
кальскую воду фильтровали через ядерные фильтры с диаметром



Динамика численности бактерий в процессе их развития на стесильной воде оз. Байкал.

1 - Тыя-Немнянка, 2 - Елохин-Давша, 3 - Листвянка-Танхой.

пор 0.02 мкм. Затем разливали ее в колбочки по 150 мл и автоклавировали при 0.5 атм. 30 мин. Перед посевом реакцию среды доводили до нейтральной, помещая колбы в герметичный шкаф в атмосферу углекислоты.

Пробы воды отбирали на разрезах Тыя-Немнянка, Елохин-Давша, Листвянка-Танхой. Станции были расположены в центре озера и в 3 км от берега, горизонты отбора проб - 0 и 10 м. Общее количество микроорганизмов в исходных пробах воды определяли прямым счетом [4] на мембранных фильтрах № 8 „Сынпор“. Засев приготовленной среды производили водой из Байкала по 0.1 мл на каждую колбу. В результате расчетная концентрация бактерий в начале опыта соответствовала сотням или нескольким десяткам клеток в 1 мл среды. Опыт проводили в 2 повторностях при температуре 18-20 °С. О развитии бактерий судили по приросту общего числа их через 1, 5, 10, 30 и 60 сут, для чего отбирали из колбочек содержимое по 5 и 10 мл и фильтровали через мембранные фильтры № 8.

Результаты, представленные в таблице, свидетельствуют об интенсивном развитии бактерий на бедной органическим веществом среде в течение 2 мес. Уже через сутки количество бактерий увеличивалось по сравнению с исходным: при внесении в среду воды со ст. Елохин-Давша - в 300-2500 раз, ст. Тыя-Немнянка - в десятки тысяч и со ст. Листвянка-Танхой - в тысячи и десятки тысяч раз. Наибольший темп прироста бак-

терий отмечен на всех станциях в первые сутки, а максимальное число клеток, как правило, наблюдалось на 5-10-е сутки (см. рисунок). Одновременные посевы на рыбопептонный агар, разведенный в 10 раз (ст. Елохин-Давша), показали, что число колоний было значительно меньше и составляло максимум 10 тыс. кл./мл, тогда как по прямому счету - 2-3 млн. кл./мл.

Таким образом, микроорганизмы оз. Байкал очень быстро развиваются на стерильной воде самого озера. Закономерности развития таких бактерий были аналогичны динамике микрофлоры Рыбинского водохранилища [2]. Поэтому исследования микроорганизмов оз. Байкал и других водоемов следует проводить на средах, близких по своему составу к естественной среде обитания. Принимая во внимание уникальные свойства вод оз. Байкал, необходимо разрабатывать специфические методы для исследования физиологически активной микрофлоры.

Л и т е р а т у р а

1. В о т и н ц е в К.К. Основные черты гидрохимии озера Байкал // Водн. ресурсы. 1985. № 2.
2. Л а п т е в а Н.А. Развитие олигокарбофильных бактерий на безбактериальной воде // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1974. № 25.
3. Л а п т е в а Н.А. Характеристика и распределение доминирующих видов факультативно олигокарбофильных бактерий в оз. Байкал // Структура, продуктивность и функционирование сообществ водных организмов. Иркутск, 1985.
4. Р а з у м о в А.С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха // Микробиология. 1932. Т. 1, вып. 2.
5. Р о м а н е н к о В.И. Размножение бактерий на природной воде // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1973. № 17.
6. Р о м а н е н к о В.И., Н и к и ф о р о в а Е.П. Развитие бактерий на растворенных органических веществах пресных водоемов // Микробиология. 1974. Т. 43, вып. 1.

Лимнологический институт
СО АН СССР

В.А. Г а в р и л о в а

СОДЕРЖАНИЕ САПРОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ
В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ
В ПОДЛЕДНЫЙ ПЕРИОД

Сапрофитные бактерии, растущие на рыбопептонном агаре (РПА), представляют собой сборную группу микроорганизмов, развивающихся на богатых белковыми веществами органических средах. Количество этих бактерий – хороший показатель наличия белковых веществ в воде.

С 1954 по 1965 г. на Рыбинском водохранилище регулярно изучали сапрофитную микрофлору в период открытой воды [3]. Данные о количестве бактерий, растущих на РПА, в зимний период единичны [2]. Исследование этой микрофлоры в подледный период имеет немаловажное значение для суждения о качестве воды зимой и об особенностях микрофлоры в этот период.

Пробы воды для анализа отбирали с января по апрель 1987 г. на станциях Молога, Средний Двор, Наволок и Брейтово. Бактерии учитывали на РПА при глубинном посеве в чашках Петри. Колонии просчитывали после 10-суточного инкубирования при температуре 20 °С. Несмотря на то что Рыбинское водохранилище заполнено разнородными водными массами [1], среднее количество бактерий в пунктах, находящихся в десятках километров друг от друга, выражалось близкими величинами (см. таблицу).

Количество сапрофитных бактерий с января по апрель колебалось от 40 до 3400 кл./мл. В зимний период (январь, февраль), когда водоем находился под толстым слоем льда, количество сапрофитных бактерий было невелико, в 1,5–2,5 раза меньше, чем летом [3]. На отдельных станциях их количество не превышало 40–60 кл./мл. В марте и апреле, когда снег и лед начали подтаивать, а талая вода стала просачиваться под лед, численность сапрофитных бактерий возросла примерно в 3–5 раз. Наибольшее их число наблюдалось в районе станций Средний Двор и Молога, а наименьшее было зарегистрировано на ст. Наволок. На всех станциях, где были взяты пробы воды, количество бактерий у дна было примерно в 3–5 раз больше, чем в поверхностном слое. На ст. Молога было определено вертикальное распределение бактерий. По всему столбу воды сохранялась гомотермия с температурой 0,1 °С, и только в январе на глубине 10 м и у дна она была выше на 0,1–0,2 °С. Численность сапрофитных бактерий возрастала от поверхности ко дну.

Таким образом, по количеству сапрофитных бактерий можно считать, что вода в Рыбинском водохранилище довольно чистая. Это подтверждается также данными по содержанию в ней кишеч-

Количество сапрофитных бактерий в Рыбинском водохранилище в подледный период, кл./мл

Станция	Глубина	26 I	12 II	12 III	8 IV
Средний Двор	Поверхность	230	150	310	890
	Дно	-	620	-	950
Брейтово	Поверхность	40	270	480	-
	Дно	-	710	1550	-
Наволоч	Поверхность	140	60	160	-
	Дно	-	50	460	-
Молога	Поверхность	280	-	440	2210
	3 м	415	-	-	2860
	7 м	550	600	520	4030
	10 м	1420	2100	590	1980
	12 м (дно)	1100	1700	950	3400

ной палочки. При посевах воды на среду Эндо не было обнаружено характерных для *Escherichia coli* колоний ни на одной из исследуемых станций.

Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н Н.В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада. Л., 1969.
2. Р о м а н е н к о В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л., 1985.
3. Р ы б и н с к о е водохранилище и его жизнь. Л., 1972.

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

УДК 579.68(28)

Н.П. К л а й н

ВОССТАНОВЛЕНИЕ БИХРОМАТА КАЛИЯ СМЕШАННОЙ КУЛЬТУРОЙ БАКТЕРИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Непосредственное восстановление ионов CrO_4^{2-} бактериями, использующими его в качестве акцепторов электронов в процессе анаэробного окисления органического вещества, описано В.И. Романенко [5]. Им же была выделена чистая культура

хромовосстанавливающей бактерии *Pseudomonas dechromaticans* Romanenko. К настоящему времени описано и выделено уже несколько видов бактерий, восстанавливающих соединения шестивалентного хрома [1, 3], часть из них уже применяется для очистки производственных хромосодержащих сточных вод. Некоторые штаммы этих бактерий способны существовать при относительно высоких концентрациях хрома (до 100 мг Cr^{+6} /л и более) и восстанавливать его с большой скоростью (до 1 г хромата на 1 г сухой массы бактерий за 3 сут) [2].

Существует мнение, что „в отсутствие специфических бактерий даже в нестерильных условиях восстановления Cr^{+6} не происходит“ [8, с. 416]. На примере морского залива было показано [9], что в природных условиях Cr^{+6} может восстанавливаться сероводородом, образующимся в результате жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий. Но имеются указания на то, что соединения Cr^{+6} ядовиты для сульфатредуцирующих бактерий [8]. Поэтому представляет интерес выяснение способности восстанавливать хроматы „обычными“ гетеротрофными микроорганизмами и роль сульфатредукции в этом процессе.

Были проведены лабораторные эксперименты по восстановлению бихромата калия смешанной культурой бактерий (брали пастеризованный ил из пруда). Опыты ставили в колбах вместимостью 0,5 л на минеральной среде, в которую добавляли лактат натрия (1 мл/л среды). Питательную среду наливали в колбы таким образом, чтобы под пробкой не оставалось воздуха. Для создания анаэробных условий перед инкубированием колбы со средой продували аргоном и затем герметично закрывали резиновыми пробками. Ставили 2 серии опытов, различавшихся наличием в среде MgSO_4 . В первой серии содержалось 0,1 мг/л MgSO_4 , во второй он отсутствовал. В опыт вносили бихромат калия в таком количестве, чтобы концентрация хрома составила 10 мг/л. Cr^{+6} анализировали колориметрическим методом [4]. Продолжительность опытов составила 25 сут.

К концу опыта бихромат калия восстановился полностью только в вариантах с MgSO_4 , т. е. там, где была возможной сульфатредукция. Доказательством именно этого процесса служил резкий запах сероводорода при вскрытии колб, содержащих MgSO_4 , а сами культуры были мутными от выделившейся серы.

Таким образом, результаты опыта показали, что восстановление хроматов возможно смешанной популяцией микроорганизмов в анаэробных условиях, причем процесс идет в основном за счет деятельности сульфатредуцирующих бактерий. Но скорость такого восстановления значительно меньше, чем при использовании специфических хромовосстанавливающих бактерий, что, очевидно, связано с ингибирующим воздействием соединений Cr^{+6} на сульфатредуцирующие бактерии [8]. В связи с этим, вероятно, нецелесообразно использовать данную группу микроорганизмов для

очистки хромсодержащих сточных вод при непосредственном контакте бактерий с очищаемой жидкостью. Но в то же время скорость этого процесса все же сопоставима со скоростью восстановления хроматов зелеными водорослями [7] или минерала крокоита культурой *Pseudomonas chromatophila* sp. nov. [3]. Это свидетельствует о том, что разрушение хроматов смешанной водной микрофлорой, в том числе и сульфатредуцирующей, может быть основным процессом детоксикации соединений Cr^{+6} в природных водоемах.

Л и т е р а т у р а

1. К в а с н и к о в Е.И., С т е п а н ю к В.В., К л ю ш н и к о в а Т.М., С е р п о к р ы л о в Н.С., С и м о н о в а Г.А., К а с а т к и н а Т.П., П а н ч е н к о Л.П. Новая хромостанавливающая грамвариабельная бактерия со смешанным типом жгутикования // Микробиология. 1985. Т. 54, вып. 1.
2. К о р е н ь к о в В.Н., В о р о б ь е в а Л.Ф. Очистка производственных хромсодержащих сточных вод микроорганизмами *Bacterium dechromaticans* Romanenko // Микробиологические методы борьбы с загрязнением окружающей среды. Пушино, 1979.
3. Л е б е д е в а Е.В., Л я л и к о в а Н.Н. Восстановление крокоита культурой *Pseudomonas chromatophila* sp. nov. // Микробиология. 1979. Т. 48, вып. 3.
4. П а в л е н к о Е.С. Хром // Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л., 1977.
5. Р о м а н е н к о В.И., К о р е н ь к о в В.Н. Бактериальное восстановление ионов CrO_4^{2-} // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1975. № 25.
6. Р о м а н е н к о В.И., К о р е н ь к о в В.Н. Чистая культура бактерий, использующих хроматы и бихроматы в качестве акцепторов водорода при развитии в анаэробных условиях // Микробиология. 1977. Т. 46, вып. 3.
7. Х о б о т ь е в В.Г. Детоксикация вод, содержащих тяжелые металлы, хлорококковыми водорослями // Биологическое самоочищение и формирование качества воды. М., 1975.
8. P o s t g a t e J.R. The sulphate-reducing bacteria. Cambridge, 1970.
9. S m i l l i e R.H., H u n t e r K., L o u t i t M. Reduction of chromium (VI) by bacterially produced hydrogen sulphide in a marine environment // Water Res. 1981. Vol. 15, N 12.

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

А.Г. О х а п к и н

АЛЬГОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ВТОРОЙ ГОД ЕГО СУЩЕСТВОВАНИЯ

Особенности распределения и структуры сообществ фитопланктона Чебоксарского водохранилища в первый год заполнения освещены нами ранее [6]. В 1982 г. изучение процессов формирования планктофитоценозов водоема было продолжено в течение пяти рейсов, проведенных в мае-сентябре на 38 станциях, расположенных на основной акватории водохранилища и в устьях наиболее крупных притоков (рр. Ока, Керженец, Сура, Ветлуга). Материал собран и обработан по стандартной методике [1], анализ структуры планктофитоценозов проведен с использованием средневзвешенной по глубине водоема биомассы.

В составе планктонной альгофлоры отмечено 207 видов и внутривидовых таксонов, из которых наиболее многочисленны зеленые (103 таксона), диатомовые (52) и синезеленые (25). Менее разнообразны эвгленовые (13); золотистые, желтозеленые и пиррофитовые представлены намного беднее (4-5). Примерно такое же распределение таксонов различных отделов водорослей в составе фитопланктона Волги до ее зарегулирования у г. Чебоксары отмечено в литературе [7].

По видовому составу и уровню численного развития доминирующих видов фитопланктона можно выделить верхний речной район (от плотины Горьковской ГЭС до устья р. Оки), нижний речной (от устья р. Оки до г. Лысково) и озерный. Качественный состав водорослей планктона, их количественное развитие резко различалось как по сезонам вегетационного периода, так и по акватории водоема (табл. 1). Максимальных значений вегетация водорослей в отличие от первого года существования водоема [6] достигала весной и в начале лета, когда цветение воды диатомовыми водорослями по классификации, разработанной для водохранилищ Волжского каскада [2], на большей части акватории определялось оценкой „умеренное“ и „слабое“. Обилие водорослей в середине лета, и особенно в начале осени, много ниже. До зарегулирования максимум биомассы фитопланктона обычно был характерен для середины летнего сезона (конец июля-август) [3, 7]. Такие изменения в сезонной динамике водорослей на второй год существования водохранилища обусловлены поступлением цветущих диатомеями вод Горьковского водохранилища в речной район Чебоксарского, где весенние доминанты фитопланктона (*Melosira islandica* O. Müll., *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg.) нашли благоприятные для своего развития условия.

Т а б л и ц а 1

Биомасса фитопланктона различных участков водохранилища
(над чертой - г/м³, под чертой - г/м²)

Дата	Район								Средняя по водохранилищу
	верхний речной	нижний речной	озерный	приплотинный	р. Ока, устье	р. Керженец, устье	р. Сура, устье	р. Ветлуга, устье	
17-26 V	<u>14.79</u> 76.70	<u>8.69</u> 54.0	<u>6.71</u> 80.0	<u>2.45</u> 32.6	<u>1.75</u> 10.4	<u>5.95</u> 23.8	<u>2.74</u> 13.7	-	<u>8.47</u> 59.5
19-21 VI	<u>7.22</u> 46.2	<u>11.17</u> 79.60	<u>5.94</u> 77.9	<u>3.00</u> 40.7	<u>12.19</u> 52.50	<u>9.26</u> 27.8	<u>3.26</u> 39.2	<u>2.36</u> 16.5	<u>7.61</u> 67.8
20-26 VII	<u>0.41</u> 2.20	<u>3.25</u> 16.2	<u>1.35</u> 15.9	<u>0.85</u> 12.2	<u>4.35</u> 27.90	<u>1.12</u> 4.10	<u>1.41</u> 14.8	<u>0.82</u> 4.30	<u>1.48</u> 11.8
14-18 VIII	-	<u>8.66</u> 63.2	<u>5.12</u> 61.0	<u>1.11</u> 12.4	-	<u>4.42</u> 13.2	-	-	<u>6.86</u> 59.4
22-24 IX	<u>1.13</u> 6.30	<u>7.00</u> 45.2	<u>2.05</u> 29.3	<u>0.54</u> 7.30	<u>12.00</u> 59.90	<u>6.81</u> 20.4	<u>2.24</u> 6.70	<u>1.46</u> 13.1	<u>3.52</u> 28.7
Средняя биомасса	<u>5.77</u> 32.7	<u>8.14</u> 54.7	<u>3.90</u> 49.5	<u>1.70</u> 22.9	<u>7.57</u> 37.7	<u>5.51</u> 17.9	<u>2.48</u> 17.6	<u>1.26</u> 8.50	<u>5.42</u> 44.3

Т а б л и ц а 2

Средняя биомасса основных групп фитопланктона (над чертой - г/м³, под чертой - г/м²)

Водоросли	Район								Средняя по водохранилищу
	верхний речной	нижний речной	озерный	приплотинный	р. Ока, устье	р. Керженец, устье	р. Сура, устье	р. Ветлуга, устье	
Синезеленые	<u>0.24</u> 1.3	<u>0.96</u> 6.9	<u>0.77</u> 9.9	<u>0.08</u> 0.9	<u>0.06</u> 0.3	<u>0.83</u> 2.5	<u>0.09</u> 1.0	<u>0.02</u> 0.1	<u>0.69</u> 6.5
Диатомовые	<u>5.44</u> 30.9	<u>6.77</u> 43.4	<u>3.03</u> 38.4	<u>1.57</u> 21.5	<u>6.93</u> 34.5	<u>4.46</u> 14.5	<u>1.99</u> 13.1	<u>0.98</u> 6.9	<u>4.51</u> 36.1
Зеленые	<u>0.04</u> 0.3	<u>0.31</u> 2.0	<u>0.05</u> 0.7	<u>0.01</u> 0.1	<u>0.51</u> 2.8	<u>0.15</u> 0.4	<u>0.15</u> 0.4	<u>0.09</u> 0.5	<u>0.14</u> 1.0

В целом в годовом аспекте доминировали диатомовые водоросли (табл. 2), но летом синезеленые (*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. et f. *flos-aquae* (Wittr.) Elenk.) и диатомовые (*Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Stephanodiscus minutulus* (Kütz.) Cleve et Möller, *S. hantzschii* Grun., *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs, *M. varians* Ag.) представлены в равном количестве, чего не наблюдалось ранее. Осенью отмечен смешанный синезелено-диатомовый фитопланктон с доминированием *Aphanizomenon flos-aquae*, *Stephanodiscus hantzschii*, *S. minutulus*, *Skeletonema subsalsum* (A. Cl.) Bethge. Преобладание диатомей в

в годовом балансе биомассы фитопланктона, по-видимому, во многом определяется значительной проточностью водохранилища (коэффициент водообмена в 1982 г. составил 19.2 [4]). Нестабильность гидрологического режима, вероятно, сдерживала вегетацию синезеленых водорослей в озерном районе.

Состав окского планктона, как и ранее [3, 5], определялся преобладанием диатомовых и сопутствием хлорококковых водорослей (табл. 2). В сезонном аспекте отмечены два пика биомассы - в июне и сентябре (см. табл. 1) - за счет вегетации различных видов рода *Stephanodiscus*, *Cyclotella meneghiniana* и *Skeletonema subsalsum*. В среднем показатели биомассы в р. Оке в единице объема воды были довольно высоки и приближались к таковым в правобережье нижнего речного района водохранилища (табл. 1). Затопленное устье р. Керженца характеризовалось двумя пиками биомассы планктонной альгофлоры (табл. 1). Майская вегетация *Melosira islandica* (до 5.1 г/м³) сменялась преобладанием полидоминантного диатомового фитоценоза с господством различных видов *Melosira* и *Stephanodiscus*. Летом к диатомовым присоединялся *Aphanizomenon flos-aquae*, вегетация которого затягивалась до сентября. В среднем за период наблюдений количество водорослей было несколько ниже, чем на сопредельной акватории водохранилища.

Основными группами, составляющими планктонные фитоценозы затопленных устьевых участков рр. Суры и Ветлуги, оставались диатомовые и зеленые водоросли (табл. 2); роль синезеленых после зарегулирования крайне незначительна. По величинам средних биомасс рр. Сура и Ветлуга приближались к озерному району водохранилища, но развитие фитопланктона в этих притоках было намного ниже, чем в рр. Оке и Керженце.

В сравнении с предыдущими годами исследований биомасса водорослей в водохранилище на второй год существования продолжала возрастать, особенно весной и осенью, когда было отмечено превышение показателей 1981 г. более чем в 2 раза [6]. Все больший удельный вес в составе доминантов приобретали водохранилищные компоненты (*Melosira islandica*, *Stephanodiscus binderanus*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*), особенно в озерном районе. Наиболее сильное цветение воды установлено на речном участке водохранилища и в зоне перехода речного района в озерный, что обусловлено эвтрофирующим воздействием окских вод и правобережных населенных пунктов. В расширенном участке водохранилища продуктивность планктонных фитоценозов ниже (см. табл. 1). Особенно обеднен растительным планктоном приплотинный участок водоема (Ильинка-Новочебоксарск), чего не наблюдалось до и в первый год после зарегулирования стока. Вегетация аллохтонных популяций синезеленых водорослей в речном районе во многом зависела от их поступления с водами Горьковского водохранилища и от сгонно-нагонных явлений, раз-

витие автохтонных сообществ синезеленых в озерном районе сдерживалось абиотическими условиями среды (нестабильность режима, значительный водообмен). Полученные результаты говорят об интенсивно идущих процессах перестройки реофильных комплексов фитопланктона Волги в лимнофильные планктофитоценозы Чебоксарского водохранилища.

Л и т е р а т у р а

1. Кузьмин Г.В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975.
2. Кузьмин Г.В. Биомасса и структура планктонных фитоценозов Иваньковского водохранилища // Биология и систематика низших организмов. Л., 1978.
3. 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.
4. Литвинов А.С., Законнова А.В. Водный баланс, водообмен и режим уровня Чебоксарского водохранилища в первые годы заполнения // Водн. ресурсы. 1986. № 3.
5. Охалкин А.Г. Фитопланктон Оки в 1978 г. // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1981. № 49.
6. Охалкин А.Г. К вопросу о формировании фитопланктона Чебоксарского водохранилища в первый год его существования // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1984. № 64.
7. Юлова Г.А. Фитопланктон р. Волги от Городца до Чебоксар: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1982.

Горьковский университет

УДК 582.26

Г.И. Кобанова, С.И. Генкал

ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА STEPHANODISCUS EHR.
(BACILLARIOPHYTA) В ВОДОХРАНИЛИЩАХ
Р. АНГАРЫ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Существует мнение, что с увеличением антропогенного эвтрофирования в осадках водоемов возрастает доля *Stephanodiscus hantzschii* Grun. [8]. Использование электронной микроскопии для исследования диатомовых водорослей позволило в последнее время уточнить их систематическое положение. В первую очередь это касается мелких и тонкоструктурных видов рода *Stephanodiscus*, идентификация которых в световом

5. 1319

микроскопе в большинстве случаев невозможна. Поэтому представляет интерес выявить роли видов этого рода в таких крупных водоемах байкальского региона, как р. Ангара и ее водохранилища, фитопланктон которых до сих пор изучали с помощью световой микроскопии. Анализируя опубликованные материалы, мы сохраняем те видовые названия, которые приведены в работах.

Р. Ангара до образования на ней водохранилищ в гидробиологическом отношении практически не изучалась. Ее исследования начаты в 1957 г. с момента создания Иркутского водохранилища, характеризовавшегося в начальный период своего существования как водоем с чертами олиготрофии. В 1957-1962 гг. здесь найдены 3 вида рода *Stephanodiscus*, имевшие невысокую плотность. Так, численность *S. dubius* (Fricke) Hust. не превышала 195 тыс. кл./л, *S. binderanus* (Kütz.) Krieg. - 43.1, а *S. hantzschii* - нескольких тысяч клеток в 1 л. При этом для *S. hantzschii* указывался средний диаметр створки, равный 8 мкм [3]. Такой диаметр, согласно [7], соответствует нижнему размерному пределу вида и совпадает с размерами *var. pusillus* Grun. [9]. Поэтому в наших работах, начиная с 1976 г., а позднее в публикациях других авторов [1, 5 и др.] мелкоклеточный (4.0-10 мкм) тонкоструктурный *Stephanodiscus* указывается как *S. hantzschii var. pusillus*. Исследования Иркутского водохранилища, проведенные спустя 20 лет от начала наполнения, показали, что оно приобрело признаки мезотрофного водоема с чертами олиготрофии [2]. Резко возросла численность представителей рода *Stephanodiscus*. В период максимального развития водорослей этого рода (июль 1981 г.) в верхнем бьефе водохранилища была зарегистрирована концентрация в 5.1 млн. кл./л, что составило 70% общей численности фитопланктона.

Братское водохранилище уже в первые годы существования (1963-1965 гг.) характеризовалось как водоем мезотрофного типа [4], отличаясь от Иркутского массовым развитием (десятки млн. кл./л) *S. hantzschii* (= *S. hantzschii var. pusillus*). В эти годы в водохранилище отмечены еще и *S. astraea* (Ehr.) Grun. и *S. binderanus*, ранее существенной роли в фитопланктоне не имевшие. Пик развития *S. hantzschii* приходился на июнь, когда температура воды изменялась от 3-4 до 10-12 °С. Его доля в биомассе фитопланктона составляла в это время не менее 50%. По акватории водохранилища вид распределялся неравномерно. В конце 60-х-начале 70-х годов отмечали спад в его развитии [1, 6] с последующим резким увеличением в 1974 г., когда численность достигла 88.1 млн. кл./л. Массовое развитие этой водоросли наблюдали и в последующие годы (до 1977 г.). Тогда расширился ареал массового распространения вида. Наибольшим он был в 1973 г., когда была охвачена акватория от залива Братского лесопромышленного комплекса до пос. Аталанка (14.4-64 млн. кл./л).

Наиболее благоприятные условия вид находил в Наратайском расширении, достигая здесь наибольшего развития почти во все наблюдаемые годы.

Исследования фитопланктона средней Ангары (1973–1977 гг.) в районе нынешнего Усть-Илимского водохранилища показали, что численность *S. hantzschii* var. *pusillus* в олиготрофной реке значительно ниже, чем в Братском, и близка таковой Иркутского водохранилища (0,7–7,1 млн. кл./л), составляя 86–97,2% фитопланктона. Если учесть, что в Ангаре наибольшее количество клеток этого вида наблюдалось в 1973 г., в год наиболее интенсивного его развития в Братском водохранилище, то можно утверждать, что наличие вида в реке обусловлено выносом из вышерасположенного водохранилища. Об этом же свидетельствует состояние популяции в реке, в которой преобладают клетки с полуразрушенными хлоропластами или совсем пустые, а также распределение вида, численность которого убывала вниз по течению реки. Но в 1972 г. наблюдалась вспышка развития *S. hantzschii* (до 20 млн. кл./л) на участке реки, испытывавшем влияние бытовых сточных вод. Зарегулирование среднего течения р. Ангары, приведшее к возникновению мезотрофного Усть-Илимского водохранилища, вызвало резкий подъем плотности *S. hantzschii* var. *pusillus*, которая стала такой же, как в Братском водохранилище в первые годы его существования.

Таким образом, анализ данных, полученных с помощью световой микроскопии, показал, что в ангарских водоемах с увеличением уровня их трофности возрастает численность *S. hantzschii* (= *S. hantzschii* var. *pusillus*).

Исследования фитопланктона, проведенные нами с помощью трансмиссионного электронного микроскопа, позволили выявить виды рода *Stephanodiscus* – показатели эвтрофирования ангарских водоемов в соответствии с современными представлениями о их систематике. Для этого использовали все имеющиеся в нашем распоряжении пробы фитопланктона. Оказалось, что в Иркутском, Братском и Усть-Илимском водохранилищах, а также в среднем течении Ангары до ее зарегулирования ведущий вид – *S. minutulus* (Kütz.) Cleve et Möller. В Иркутском водохранилище он достигал наибольшего развития (около 4 млн. кл./л) в июне 1981 г. при температуре воды 8–10 °C. В этом же месяце он доминировал и во всех других рассматриваемых водоемах. В июле 1981 г. при температуре воды 14–15 °C в Иркутском водохранилище доминировал *S. markovae* Genkal (около 5 млн. кл./л). Этот вид найден и в других ангарских водоемах, но в небольшом количестве.

В середине мая 1983 г. в Иркутском водохранилище при температуре воды 2,4 °C был многочислен *S. binderanus* var. *baicalensis* Genkal et Popovskaja (0,2 млн. кл./л), а в середине июля 1985 г. при температуре воды 9,9 °C в значительном количестве встречался *Cyclostephanos dubius*

(Fricke) Round (= *S. dubius* (Fricke) Hust.). Иногда заметного развития в Иркутском водохранилище достигал *S. hantzschii* f. *tenuis* (Hust.) Stoermer et Hakanson (26 июня 1985 г. при температуре воды 12.4 °C). Во всех исследуемых водоемах как малочисленные отмечены *S. binderanus* (Kütz.) Krieg var. *binderanus*, *S. invisitatus* Hohn et Hellerman, *S. rotula* (Kütz.) Hendey.

Л и т е р а т у р а

1. В о р о б ь е в а С.С. Фитопланктон // Планктон Братского водохранилища. Новосибирск, 1981.
2. К о б а н о в а Г.И., О б у х о в а Н.И. Современное состояние фитопланктона предплотинной части Иркутского водохранилища // Ботан. журн. 1985. Т. 70, № 6.
3. К о ж о в а О.М. Фитопланктон Иркутского водохранилища // Биология Иркутского водохранилища. М., 1964.
4. К о ж о в а О.М. Формирование фитопланктона Братского водохранилища // Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища. М., 1970.
5. К о ж о в а О.М., К о б а н о в а Г.И. Изменение альгофлоры р. Ангары под влиянием сточных вод // Биологические основы рыбного хозяйства Средней Азии и Казахстана. Душанбе, 1976.
6. К о ж о в а О.М., К о б а н о в а Г.И. Фитопланктон Братского водохранилища в период стабилизации режима // Ботан. журн. 1983. Т. 68, № 2.
7. О п р е д е л и т е л ь пресноводных водорослей СССР. М., 1951. Вып. 4.
8. B r u g a m R. A re-evaluation of the Araphidinea: Centrales index as an indicator of lake trophic status // Freshwater Biol. 1979. Vol. 9.
9. H u b e r-P e s t a l o z z i G. Das Phytoplankton des Süßwassers // Die Binnenge-Wässer. Stuttgart, 1942. Bd 16, T. 2, H. 2.

НИИ биологии Иркутского университета
Институт биологии внутренних вод

УДК 582.26:581.4

С.И. Г е н к а л, В.А. Е л и з а р о в а

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ИЗМЕНЧИВОСТИ ВОДОРОСЛИ *DIATOMA ELONGATUM* Ag. В КУЛЬТУРЕ

Накопление сведений об изменчивости водорослей в монокультуре необходимо для выявления закономерностей этого явления, чтобы в свою очередь использовать их при сравни-

тельно-морфологических исследованиях. С аномальными формами связана не только проблема таксономической принадлежности. Это материал для исследования признаков в процессе видообразования.

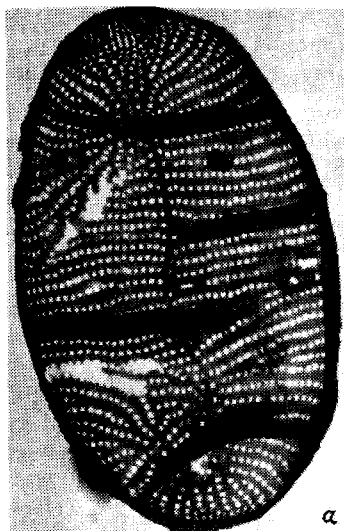
Изменчивость культуральной формы *Diatoma elongatum*, выделенной из р. Иртыш, изучал А.П. Скабичевский [3]. С февраля по май 1940 г. при комнатной температуре и освещенности северного окна средняя (средневзвешенная из 200 измерений) длина клетки уменьшилась с 91,4 по 18,9, а ширина увеличилась с 2-4 до 5,4-6,3 мкм. Самые мелкие экземпляры имели длину 11 мкм. Количество ребер варьировало от 5,5 до 8,7 на 10 мкм, штрихи не различались. Измельчавшие клетки приобрели округлую форму.

Мы наблюдали за изменчивостью культуры *D. elongatum*, содержащейся в комнатных условиях с ежемесячными пересевами, с момента выделения из Рыбинского водохранилища в мае 1977 г. по май 1978 г. [1]. Средняя (средневзвешенная из 100 измерений) длина клетки сократилась с 80 до 40,4 мкм. В отличие от иртышской ширина клеток нашей культуры, первоначально составлявшая 2,9 мкм, практически не изменилась, средняя величина колебалась от 2,8 до 3,2 мкм. Мельчание сопровождалось увеличением содержания аберрантных форм: 30, 90 и 100% соответственно через месяц, полгода и год. Через 10 лет хранения в лаборатории при упомянутых условиях створки этой культуры изучали с помощью трансмиссионного электронного микроскопа. Результаты приводятся в настоящем сообщении.

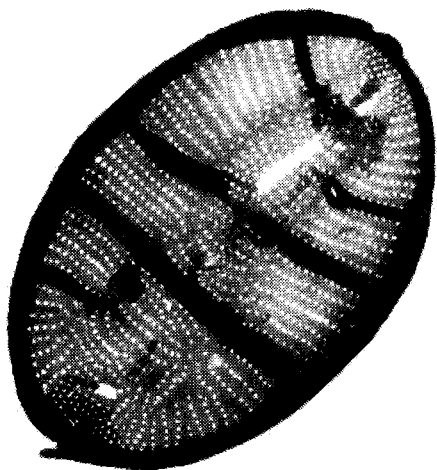
Типичные створки - узкие, длинные, с параллельными или слабо суживающимися к обоим концам боковыми сторонами и головчатыми концами - не обнаружены. Форма створок варьирует от овальной до круглой (см. рисунок). Резко отличаются от диагноза типовой формы и количественные признаки: на 10 мкм ребер от 1 (см. рисунок, д, и, л) до 4-6 и 50-60 штрихов (см. рисунок, а, б). Ребра часто доходят только до середины створки, располагаясь не параллельно, а под разными углами (см. рисунок, в, г, е, ж), и не в виде прямой линии, а в форме дуг. Осевое поле нередко отсутствует (см. рисунок, б-д, ж-л). Шелевидный вырост, обычно располагающийся на концевом ребре, в нашем материале часто встречается на середине створки (см. рисунок, а, б, г, е, к), а его местоположение не всегда связано с ребром (см. рисунок, а, в, ж, з).

Интересным и заслуживающим самого пристального внимания оказался тот факт, что изменившиеся до неузнаваемости клетки *D. elongatum* существуют и в водоемах. В литовском оз. Дрингис мы нашли форму, очень близкую по габитусу и

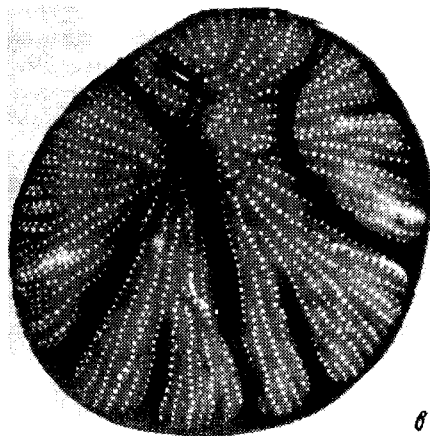
¹ Приносим благодарность Я.Ю. Коваляускене за предоставленный материал.



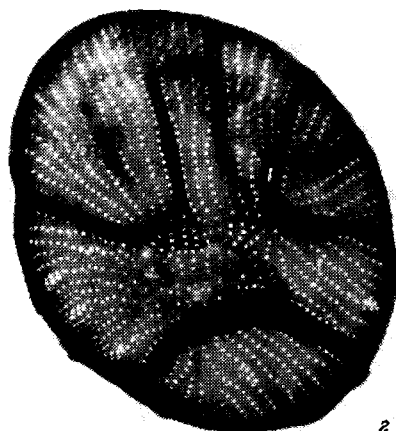
a



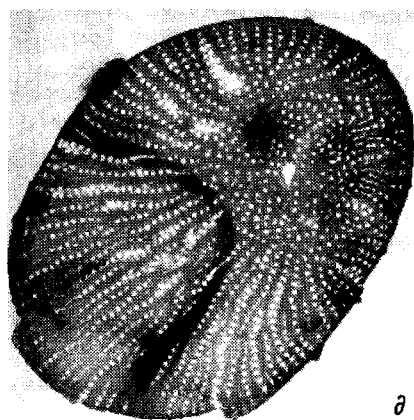
b



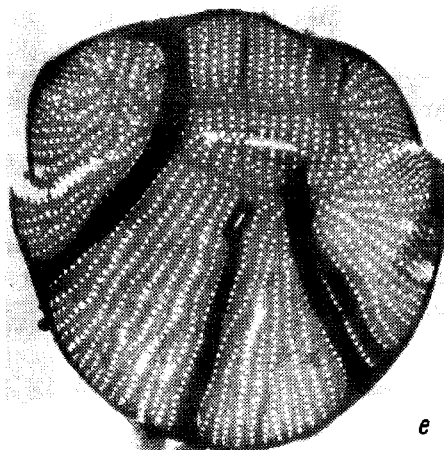
c



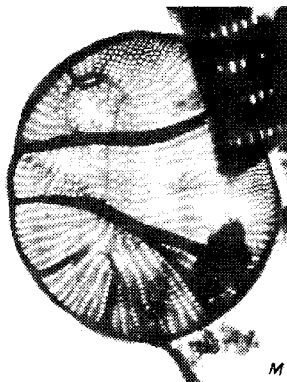
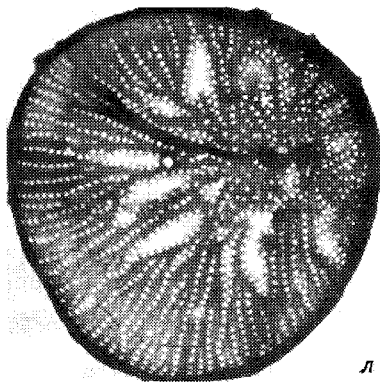
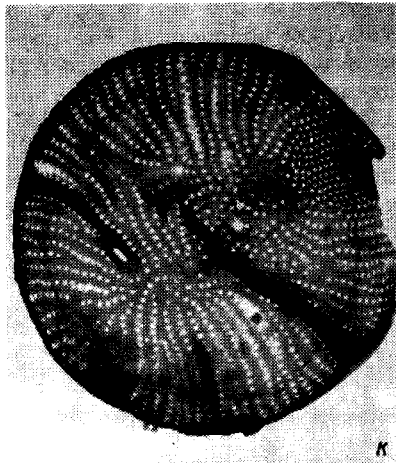
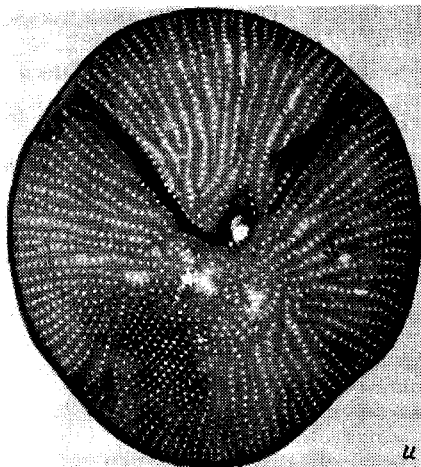
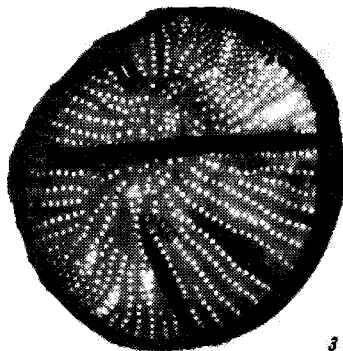
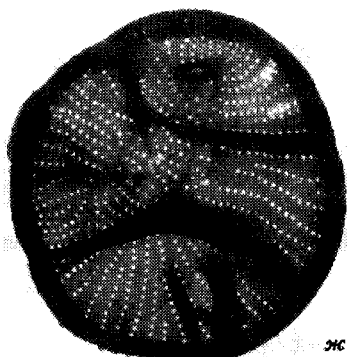
d



e



f



Электронные микрофотографии створок *Diatoma elongatum* Ag.

а-л - в культуре, м - из оз. Дрингис. Масштаб соответствует 1 мкм.

структуре изученной в 10-летней культуре *D. elongatum* (см. рисунок, м): длина створки 7.1 мкм, ширина 6.1, в 10 мкм 4 ребра и 50 штрихов. В реках Обь и Иртыш А.П. Скабичевский находил также сильно измельчавшие индивидуумы *D. nanum* Skabitsch. [2, 4]. Аномальные, не поддающиеся определению клетки наблюдал А.А. Еленкин в материале с Камчатки [4]. Можно утверждать, что в природном материале идентификация сильно измельчавших диатомей возможна только при проведении видов через культуру в сочетании с электронно-микроскопическим изучением.

Л и т е р а т у р а

1. Е л и з а р о в а В.А. О длительном культивировании диатомовых водорослей без пересевов // Биол. науки, 1982, № 6.
2. С к а б и ч е в с к и й А.П. О новом виде из рода *Diatoma* DC // Ботан. материалы Отдела споровых растений БИН АН СССР, 1955, Т. 10.
3. С к а б и ч е в с к и й А.П. Изменчивость некоторых видов диатомовых водорослей в чистой культуре // Ботан. материалы Отдела споровых растений БИН АН СССР, 1959, Т. 12.
4. С к а б и ч е в с к и й А.П. Планктонные диатомовые водоросли пресных вод СССР. М., 1960.

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

УДК 574.583(28):581.08

В.А. Е л и з а р о в а

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КУЛЬТУР ПРИ ИЗУЧЕНИИ СКОРОСТИ РОСТА ВОДОРΟΣЛЕЙ В ПЛАНКТОНЕ

Скорость роста фитопланктона в Рыбинском водохранилище мы изучали на естественных популяциях в опытах *in situ* [1], дающих наиболее объективную информацию. Однако получение статистически достоверных сведений о представителях зеленых водорослей, малочисленных и весьма разнообразных, занимает много времени. Было целесообразно испытать в натурных экспериментах монокультуры, выделенные из водохранилища. В настоящем сообщении приводятся результаты этих работ на 8 видах зеленых водорослей (табл. 1).

Альгологически чистые культуры из коллекции Института биологии внутренних вод АН СССР, сохраняемой на среде Чу-10 в модификации Джерлофа, предварительно адаптировали к росту на стерилизованной в аппарате Коха природной воде,

Т а б л и ц а 1

Скорость роста зеленых водорослей в культуре и в планктоне (число удвоений в 1 сут), а также их численность в прибрежье (тыс. кл./л)

Дата	Температура воды, °С	Водоросли	Скорость роста		Численность	
			в культуре	в планктоне	до опыта	после опыта
17-18 У	15,6-16,2	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	6,59	-	277	112
		<i>Monoraphidium contortum</i> Thur.	4,79	-	121	80
		<i>Chlamydomonas atactogama</i> Korsch.	7,06			
26-27 УII	19,8-19,2	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.	0,87	0,33	390	406
		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	1,05	0,63	550	560
		<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.	0,51	-	48	25
15-19 X	5-2	<i>Monoraphidium irregulare</i> Smith	0,01	0,32	1,2	0,6
		<i>Ankistrodesmus arcuatus</i> Korsch.	-	0,00	3,6	2,8
		<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.	-	0,17	120	54

которую отбирали в прибрежье до массового появления фитопланктона (в апреле). Плотность культур в опытных цилиндрах находилась в пределах численности прибрежного фитопланктона в сезон постановки эксперимента. Исключение составляла культура *Monoraphidium contortum*.

Опыты проводили в мае, июле и октябре 1984 г. с характерными для каждого периода видами. Для учета их численности в окружающей среде брали пробу воды (0,5 л) в начале и конце эксперимента. Культуры экспонировали в водоеме в двух повторностях. Параллельно, также в 2 повторностях, для определения скорости роста испытываемых видов в естественном местообитании экспонировали прибрежную воду, освобожденную от крупного зоопланктона. К камеральной обработке материал готовили обычным способом, но культуры не сгущали. Клетки просчитывали в камере типа Учинской объемом 0,01 мл, набирая 100 штук, или ценобиев [4]. Ошибка средней арифметиче-

Т а б л и ц а 2

Скорость роста культур (число удвоений в 1 сут),
плотность (тыс. кл./л) и средний объем (мкм³) клетки

Дата	Водоросли	Ско- рость роста	Плот- ность	Объем клетки	
				исход- ный	после опыта
17-18 V	<i>Chlamydomonas atactogama</i>	7.06	11.7	681	292
	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	6.59	24.4	125	137
	<i>Monoraphidium contortum</i>	4.79	154.2	12	32
26-27 VII	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	1.05	65.5	104	132
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	0.87	109.9	137	120
	<i>Pediastrum boryanum</i>	0.51	221.4	255	248

ской численности составляла, как правило, 4-9%. Объемы клеток приведены как средневзвешенные.

Результаты исследования (табл. 1) показали, что скорость роста культур в естественных условиях меняется по сезонам. Несмотря на то что в опытах использовали разные виды, величины исследуемого показателя в каждом опыте одного порядка: 5-7 удвоений в 1 сут весной, 0.5-1.0 - летом, до 0.1 - осенью. Это делает правомочным их усреднение: 6.2, 0.8 и 0 удвоений в 1 сут соответственно весной, летом и осенью. Испытание *Scenedesmus quadricauda* летом и осенью подтверждает наличие сезонности в интенсивности роста.

Отрицательные значения, полученные глубокой осенью, не противоречат нашим сведениям о темпе роста зеленых водорослей в водохранилище при температуре воды 5-2 °С. Правда, в настоящем эксперименте у *Scenedesmus quadricauda* и *Monoraphidium irregulare* обнаружен слабый рост - 0.2-0.3 удвоений в 1 сут. Численность же их в водоеме за время опыта снизилась вдвое (табл. 1).

Интенсивность роста культур в разгаре лета, как и осенью, укладывалась в пределы ее колебания у зеленых водорослей. В этом опыте культуральные формы обгоняли в росте естественные популяции, но все же они не достигали максимальных значений, наблюдаемых в природе у исследуемых видов в июле-августе: 2 удвоений в 1 сут у *Scenedesmus quadricauda*, 1.6 - у *Dictyosphaerium pulchellum* [2]. Природная

популяция *Pediastrum boryanum* отмирала. Уменьшение содержания вида зарегистрировано и в окружающей воде.

Результаты испытания культур весной необычны своими очень высокими значениями скоростей роста, совершенно несвойственными природным популяциям в это время года. Особенно выделялся *Chlamydomonas atactogama*. Высокая репродуктивная активность, вероятно, присуща роду *Chlamydomonas*. В лабораторных условиях его культуры дают от 3.3 до 11 удвоений в 1 сут [6]. Из-за отсутствия *Ch. atactogama*, как и других представителей рода, интенсивность его роста в водоеме измерить не удалось. Но в мае 1979 г. один из них даже в более прохладной воде (10 °C) рос со скоростью 3.6 удвоений в 1 сут [2]. Кроме того, для культуры *Ch. atactogama* срок экспозиции оказался недостаточным, поскольку за 1 сут молодые хламидомонасы не достигают первоначального объема, чего нельзя сказать об остальных видах (табл. 2).

Информации об интенсивности роста *Monoraphidium conortum* в водохранилище нет. Не получена она и в настоящем эксперименте, поскольку популяцию застали на стадии отмирания. В культуре вид размножался медленнее *Scenedesmus acuminatus* и *Chlamydomonas atactogama*, хотя его клетки мельче и, согласно распространенному мнению, должна была наблюдаться обратная картина. Однако в данном случае сказалось влияние плотности клеток, связанной с интенсивностью роста обратной зависимостью.

Причина мощной вспышки роста культур весной может быть связана с отсутствием в это время года синезеленых водорослей, метаболиты которых угнетают рост зеленых [3, 5].

Таким образом, на естественные популяции водорослей нельзя распространять результаты скорости деления, полученные для культур, даже если условия роста последних максимально приближаются к природным.

Л и т е р а т у р а

1. Елизарова В.А. Некоторые данные о скорости размножения планктонных водорослей в прибрежье Рыбинского водохранилища // Гидробиологические характеристики водохранилищ волжского бассейна. Л., 1982.
2. Елизарова В.А. Скорости деления планктонных водорослей в прибрежье Рыбинского водохранилища // Биологическая продуктивность и качество воды Волги и ее водохранилищ. М., 1984.
3. Заварзина Н.Б. О веществах, тормозящих развитие *Scenedesmus quadricauda* // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1959. Т. 9.

4. М е т о д и к а изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975.
5. Ц а р е н к о В. М. Особенности роста *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend Elenk. и *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chod. при совместном культивировании // Гидробиологические исследования водоемов юго-западной части СССР. Киев, 1982.
6. Н о о g e n h o u t H., A m e s s z J. Growth rates of photosynthetic microorganisms in laboratory culture // Arch. Microbiol. 1965. Bd 50.

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

УДК 581.526.3(282.2)

Г. Ф. Л я ш е н к о

ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ Р. СУТКИ

На протяжении 10 лет в ИБВВ АН СССР проводятся наблюдения за состоянием экосистемы р. Сутки, входящей в охранную зону Рыбинского водохранилища. В течение вегетационного сезона 1986 г. мы изучали высшую водную растительность участка реки, находящегося в зоне подпора Рыбинского водохранилища. Р. Сутка берет начало из болота, расположенного близ д. Козьмодемьянская в южной части Мышкинского р-на Ярославской обл. и впадает в Волжский плес Рыбинского водохранилища. Длина реки 84 км, ширина русла 10–30 м, глубина 0.5–4.5 м, водосборная площадь 580 км². Зона подпора непостоянна и зависит от сработки уровня водохранилища [1].

Обследованную часть реки можно разграничить на три участка: верхний – от д. Ново-Никольское до д. Шестихино (6 км), средний – от д. Шестихино до д. Усово (12 км) и нижний – от д. Усово до пос. Борок (8 км) – места впадения в Волжский плес. Все эти участки различны по гидрологическому режиму и по степени зарастания. Для верхнего участка зона подпора сохраняется с весеннего паводка и до середины июля. Он наиболее подвержен зарастанию высшей водной растительностью. Ширина русла реки 12 м, глубина не превышает 1 м. Грунт наносной – песок с илом. Растительность располагается по всему руслу и занимает 90% его площади. Для этого участка реки типичны ассоциации *Scirpetum lacustris subpurum*, *Nupharetum lutei agui-herbosum*, *Potamogetonum nantidis agui-herbosum*. Концентрические пятна *Scirpus lacustris* составляют 40% площади растительности, 60% занимает плавающая растительность. Сопутствующими видами ассоциаций

являются *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*, *Sagittaria sagittifolia*. У берегов располагаются небольшие по площади группировки *Rorippa amphibia*, *Equisetum fluviatile*, *Carex acuta*. Такой тип зарастания свойствен рекам с замедленным течением.

С увеличением глубины до 2 м растительность сосредоточивается на речных мелководьях и вдоль берегов. Степень зарастания русла снижается до 45%. Овальные куртины *Potamogeton natans* по-прежнему сохраняют лидирующее положение среди растительности и занимают 1/3 площади водной поверхности. Резко снижается ценотическая роль *Scirpus lacustris*, заросли которого находятся в угнетенном состоянии. Прибрежные фитоценозы макрофитов слагаются из ассоциаций *Potamogeton natantis subpurum*, *Nupharetum lutei aquiherbosum*, *Sagittarietum sagittifoliae aquiherbosum*. Последние две ассоциации часто образуют сообщество *Nupharetum lutei sagittariosum*. Кроме упомянутых видов в состав бордюрной растительности входят отдельные вкрапления *Potamogeton pectinatus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *Polygonum amphibium* и *Batrachium circinatum*. У кромки воды часто встречаются заросли *Carex vesicaria*, реже *Glyceria maxima* и *Butomus umbellatus*. На всем протяжении верхнего участка берега окаймляют заросли *Phalaroides arundinacea*.

На среднем участке реки зона переменного подпора сохраняется в течение всего безледного периода. Ширина русла увеличивается до 20-30 м, глубина - до 3-4,5 м. Наличие крутых берегов вызывает сокращение мелководий и снижение степени зарастания макрофитами до 5%. Заросли *Potamogeton natans* постепенно сменяются сообществами *Sagittaria sagittifolia*. Ассоциации стрелолиста растут на песчано-илистом грунте на глубине 0,7-1,5 м, при этом у растений образуются только подводные лентовидные листья длиной до 1,5 м. В таком состоянии вид вполне нормально развивается, цветет и плодоносит. Ассоциация стрелолиста монодоминантна, сопутствующие виды - *Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*, *Butomus umbellatus*.

В плавающей растительности становятся обычными ассоциации *Nymphaetum candidae aquiherbosum*, в то время как ассоциации *Nupharetum lutei aquiherbosum* встречаются изредка. Небольшие пятна *Polygonum amphibium* входят в состав бордюрной растительности вместе с такими видами, как *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Carex acuta*, *Butomus umbellatus*, *Equisetum fluviatile*. По мере продвижения вниз по реке количество куртин тростника возрастает. Основная часть растительности сосредоточивается в мелководных небольших заливах и в устьях ручьев. Прибрежную зону таких участков занимают ассоциации *Potamogeton pectinati subpurum* и *Batrachietum*

circinati subpurum. Эти сообщества при понижении уровня оказываются вне воды, но так как спад уровня происходит в конце лета, к этому времени растения успевают завершить вегетацию. Растительность заливов в основном распределяется мозаично, зачастую в таких ценозах невозможно выделить доминирующие виды и приходится говорить о целой группе ведущих растений, растущих пятнами или куртинами: *Potamogeton lucens*, *P. compressus*, *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*. Как правило, центральную часть заливов занимают кувшинковые.

При впадении реки в Волжский плес образуется залив. На этом участке затопленными оказались как пойменная, так и надпойменная террасы. В зависимости от водности года величина подпорого уровня бывает различна. В местах впадения притоков образуются заливы рек Ильди, Суноги, Шуморовки. Основные заросли слагаются из формаций *Phragmites australis* и *Scirpus lacustris*. Овальные куртины камыша расположены на пойменной террасе с песчано-илистым грунтом. Они ежегодно подвергаются затоплению до 1 м. Надпойменную террасу занимают сообщества тростника, расположенные прерывистой полосой. Ассоциации его почти чистые, но есть тенденция к внедрению в них *Salix triandra* и образованию сообщества тростника с ивой, которое сейчас довольно часто встречается в Рыбинском водохранилище. На заливаемых пологих берегах Спицинского полуострова бурно развивается гигрофильная растительность. Здесь третье место по площади после зарослей тростника и камыша занимает ассоциация жерушника.

Следующий вид, доминирующий на большей части участка, — *Equisetum fluviatile*. Сообщества хвоща в основном монодоминантны. Для таких видов, как *Phalaroides arundinacea*, *Carex acuta*, *Glyceria maxima*, *Butomus umbellatus*, характерно мозаичное распределение. В открытой части залива встречаются заросли *Potamogeton perfoliatus* и в меньшей степени *P. lucens*. В многочисленных понижениях прибрежья, отчлененных от основной акватории, вода задерживается и после спада уровня. Здесь создаются благоприятные условия для развития гидатофитов *Potamogeton gramineus*, *Riccia fluitans*, *Elodea canadensis*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Polygonum amphibium* и *Myriophyllum spicatum*. В целом при обследовании р. Сутки нами обнаружено 77 видов высших водных растений, относящихся к 31 семейству и 50 родам. Список найденных видов приводится ниже.

Ricciocarpus natans (L.) Corda, *Riccia fluitans* L., *Equisetum fluviatile* L., *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L., *Sparganium emersum* Rehm., *S. erectum* L., *Potamogeton berchtoldii* Fieb., *P. compressus* L., *P. friesii* Rupr., *P. gramineus* L., *P. lucens* L., *P. natans* L., *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L., *Alisma gramineum* Lej., *A. plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L.,

Butomus umbellatus L., *Elodea canadensis* Michx., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Glyceria fluitans* (L.) R.Br., *G. maxima* (C. Hartm.) Holmb., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Scirpus lacustris* L., *S. radicans* Sechkuhr, *Eleocharis acicularis* (L.) Roem. et Schult., *E. palustris* (L.) R.Br., *Carex acuta* L., *C. aquatilis* Wahlenb., *C. rostrata* Stokes, *C. vesicaria* L., *Lemna minor* L., *L. trisulca* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid, *Juncus bufonius* L., *Iris pseudacorus* L., *Rumex aquaticus* L., *R. hydrolapathum* Huds., *R. maritimus* L., *Polygonum amphibium* L., *P. lapatifolium* L., *Stellaria palustris* Retz., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea candida* J. et C. Presl, *Ceratophyllum demersum* L., *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach, *B. kauffmannii* (Clerc) V. Krecz, *Caltha palustris* L., *Ranunculus flammula* L., *R. repens* L., *R. sceleratus* L., *Cardamine pratensis* L., *Rorippa amphibia* (L.) Bess., *Potentilla anserina* L., *Callitriche cophocarpa* Sendtner, *C. verna* L., *Elatine hydropiper* L., *Lythrum salicaria* L., *Epilobium palustre* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Sium latifolium* L., *Lysimachia nummularia* L., *L. vulgaris* L., *Myosotis caespitosa* K.F. Schultz., *M. palustris* (L.) L., *Scutellaria galericulata* L., *Stachys palustris* L., *Lycopus europaeus* L., *Mentha arvensis* L., *Utricularia vulgaris* L., *Bidens cernua* L., *B. tripartita* L., *Gnaphalium uliginosum* L.

Л и т е р а т у р а

1. Крайнер Н.П., Студнев Н.С. Реки и озера // Природа и хозяйство Ярославской области. Ярославль, 1959. Ч. 1.

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

УДК 574.5(28) 581

В.В. Богачев

СООБЩЕСТВА МАКРОФИТОВ Р. ЮХОТЬ

Юхоть относится к категории малых рек Ярославского Поволжья. Данных о водной растительности реки нет.

В работе обобщены материалы экспедиции 1983 г. Исследования проводили с использованием ранее указанных методов учета растительности [1] и описания водоемов [2].

В верховье (от истока до впадения р. Курбицы) растительность развита довольно хорошо, она занимает весь поперечник русла с общим покрытием 60–70%. В нижней части этого отрезка реки покрытие водной поверхности снижается и составляет 30%. Сплошные поля зарослей с 100%-ным покрытием приурочены в основном к ямовидным расширениям русла (омутам, бочагам). Преобладают сообщества плавающего и погруженного ярусов. Сильно развиты и гелофиты, сплошь разрастаясь по берегам или окаймляя бочаги. Основными ценообразователями являются 7 видов: из плейстофитов – кубышка желтая (*Nuphar lutea* Sm.) и стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.), из гидатофитов – рдест блестящий (*Potamogeton lucens* L.), среди гелофитов – камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.), тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin.) и хвощ приречный (*Equisetum fluviatile* L.), из гигрофитов – двукисточник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea* (L.) Rauchert).

Эти доминанты образуют самые крупные (длиной 100–300 м) сплошные заросли. Их сообщества плотные, с проективным покрытием не менее 70%. Кубышка представлена плавающей и погруженной формами, стрелолист – почти исключительно погруженной. Сообщества этих видов стелются по дну почти непрерывными зарослями. Их жизнеспособность высока, листья очень крупные. Рдест блестящий расположен в русле полосами и полностью покрывает бочаги. Из других видов, образующих крупные массивы (до 100 м), но реже встречаемых, отмечен сусак зонтичный (*Butomus umbellatus* L.), иногда в погруженном состоянии. Местами образуют плотные скопления (до 50 м) кувшинка чистобелая (*Nymphaea candida* Presl.) и рдест плавающий (*Potamogeton natans* L.). Лютик длиннолистный (*Ranunculus lingua* L.) в качестве содоминанта обилён в мощных зарослях камыша и хвощатника, самостоятельно формируя лишь небольшие группировки (3х3 м).

Виды, формирующие средние по размерам фитоценозы (до 25 м), следующие: осока острая (*Carex acuta* L.), ежеголовник простой (*Sparganium simplex* Huds.), горец земноводный (*Polygonum amphibium* var. *aquaticum* Leyss.). К часто встречаемым, но небольшим по размерам группировкам, относятся элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx.), омежник водный (*Oenanthe aquatica* Poir. ф. погруженная), а также ряска малая (*Lemna minor* L.).

Причинами обильного развития растительности в верховье являются сильная заболоченность района, значительное поступление болотных вод с повышенным содержанием органических веществ, заторфованность низких берегов, высокая закустаренность поймы, малая ширина русла (3–15 м), завалы валежника из-за паводковых наносов, низкие коэффициенты открытости участков, небольшие глубины в русле (0.35–1.5 м) и в час-

тых бочагах (до 2.5 м), слабое течение (до 0.2 м/с) и высокая прозрачность воды.

В среднем отрезке реки до д. Лыткино развитие растительности в русле значительно снижается. Общее покрытие составляет 30-40%. Сообщества развиты неравномерно - от 70% покрытия в верхней части этого отрезка до 10% перед зоной подпора р. Волги. Гидрофитоценозы в основном встречаются в суженных участках русла, в расширенных глубоководных бочагах - только по периферии в виде бордюров с хорошо развитой поясностью. На этом отрезке сообщества гидатофитов уже преобладают над плейстофитами. Основные ценозообразователи - рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.), рдест блестящий, кубышка, камыш озерный и двукисточник. Рдест блестящий местами покрывает русло на 60-95%. Кубышка почти полностью представлена погруженной формой, но ее сообщества уже не столь большие. Камыш и тростник хотя и образуют довольно крупные участки, финоценотическая значимость их снижается. Резко падает участие стрелолиста, представленного в основном погруженной формой.

Реже встречаются кувшинка и хвощ причерный, мощные заросли которого отмечены в верхней части этого отрезка. Двукисточник встречается чаще и обильней, чем другие растения из группы гелофитов. Роль рдеста пронзеннолистного возрастает ближе к зоне подпора; в основном он представлен незначительными группировками, но местами развит лучше, чем рдест блестящий. Часто встречается элодея канадская. Снижается частота встречаемости рдеста плавающего, хотя местами он и доминирует, а также омежника. Практически отсутствуют виды из группы рясок. Значительно чаще по сравнению с верховьем отмечены роголистник темно-зеленый (*Ceratophyllum demersum* L.), горец змееводный и сусак зонтичный. Появляется уруть мутовчатая (*Myriophyllum verticillatum* L.). Возрастает роль ежеголовника простого, осоки острой, рогоза широколистного (*Typha latifolia* L.), камыша лесного (*Scirpus sylvaticus* L.).

К причинам, снижающим развитие речной растительности на этом отрезке, следует отнести повышенную скорость течения (до 0.5 м/с), наличие глубоководных омутообразных расширений (с глубинами до 5 м, диаметром до 90 м), более высоких (до 8-10 м) песчано-глинистых берегов, уменьшение прозрачности воды до 1.4 м.

В низовьях (от д. Лыткино до устья) подпертые волжские воды распространяются вверх по течению до 18 км, и водная и прибрежно-водная растительность развита очень слабо. Общая площадь всех сообществ не превышает 5%, ближе к устью составляет менее 1%. Преобладают гидатофиты. Плейстофиты встречаются локально. Гелофиты лишь изредка развиваются в русле, заходят на глубины до 140 см на расстояние 10-15 м от берега. При падении уровня они зачастую оказываются вне

воды. Погруженные группировки тянутся вдоль берега узкой полосой шириной 3-10 м. Сообщества макрофитов отмечены в основном в лагунообразных расширениях русла, а также в мелководьях прибрежий.

Набор доминантов в низовье меняется. Лидирующее положение получают сообщества плавающей формы стрелолиста, рдеста пронзеннолистного, горца земноводного и осоки острой. Из прежних доминантов практически исчезают ценозы рдеста блестящего, тростника, двукисточника, камыша озерного, кубышки, представленной здесь исключительно плавающей формой. Они встречаются локально в виде единичных пятен или маленьких куртин, самые крупные размеры - до 15 м. Хвощатники исчезают. Сильное развитие получают заросли осоки острой, которые тянутся на сотни метров. В лагунообразных расширениях русла очень обилен ситняг игольчатый (*Eleocharis acicularis* (L.) Roem. et Schult.), сплошь покрывающий заиленное дно на десятки метров. Рогоз широколистный встречается редко, но здесь его заросли достигают наиболее крупных размеров (30x20 м).

В зоне подпора получили большое видовое разнообразие и распространение вновь появившиеся гелофиты и болотные виды в виде небольших скоплений, приспособленных к постоянным колебаниям уровня воды: манника водного (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.), жерушника земноводного (*Rorippa amphibia* (L.) Bess.), сабельника болотного (*Comarum palustre* L.), калужницы болотной (*Caltha palustris* L.), камыша укореняющегося (*Scirpus radicans* Schk.), рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus* L.), водяной сосенки (*Hippuris vulgaris* L.), ситняга болотного (*Eleocharis palustris* (L.) R. Br.).

Уровень зарастаемости макрофитами в низовье снижается из-за ряда неблагоприятных факторов: значительных глубин в русле (до 12 м), непостоянства уровня режима, обусловленного влиянием подпора, и низкой прозрачности воды (не более 1.4 м).

В целом на всем протяжении русла р. Юхоть ни один из доминантов не является общим. Развитие растительного покрова вдоль русловой части реки неравномерно: наиболее сильно зарастает русло верховой (до 70%), в среднем отрезке - умеренно (до 40%), в низовье - очень слабо (до 5%). В качестве доминантов выступают 10 видов, относящихся в основном к плейсто- и гидатофитам, гелофиты представлены лишь 2 видами. В направлении от верховья к устью снижается количество доминантов и происходит их смена. Уменьшается разнообразие сообществ, в низовье возрастает роль болотных видов.

1. Б о г а ч е в В.В. Гидрофитоценозы реки Улеймы. Ярославль, 1986. Деп. в ВИНТИ 25 07 1986, № 5445-В.
2. М а т в е е в В.И., Ш и л о в М.П. Методические указания по определению видов водных растений и описанию водоемов. Иваново, 1985.

Ярославский университет

УДК 574.64:581.526.3

Т.Ф. М и к р я к о в а

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ МЕДИ РОГОЛИСТНИКОМ

В связи со значительной ролью водных растений в процессах самоочищения мы изучали способность роголистника аккумулировать медь на свету и в темноте при температурах 16 и 23 °С. Методика экспериментов в лабораторных условиях описана ранее [3]. Опыт проводили в люминостате при освещенности 1100 лк. Стаканы (300 мл) с несколькими веточками роголистника длиной 120–130 см помещали в большие аквариумы, где заданную температуру поддерживали с помощью ультратермостата. Аналогичный опыт при тех же температурах и концентрациях меди 0,1, 0,3 и 0,5 мг/л был поставлен в темноте в климатической камере. Для каждой температуры опыт ставили одновременно на свету и в темноте при всех исследуемых концентрациях меди в трехкратной повторности. Отбор проб среды и растений для анализа проводили через 1, 2 и 6 сут от начала опыта. По истечении определенного срока независимо от степени проявления угнетающего действия избытка меди живые и мертвые растения извлекали из питательного раствора, высушивали при 105 °С и после озоления определяли содержание меди на атомно-абсорбционном спектрофотометре [1].

Визуальное сравнение опытных и контрольных растений показало, что на свету при самой низкой концентрации меди (0,1 мг/л) при той и другой температуре растения не различались, а в условиях темноты, как при 16, так и при 23 °С, на 6-е сутки наметились изменения в окраске опытных растений. С увеличением концентрации до 0,3 мг/л токсичность меди в темноте проявилась уже на 2-е сутки независимо от температуры, а на свету – только к концу опыта и сильнее выражалась при 23 °С. Концентрация меди 0,5 мг/л вызывает полную гибель растений в 1-е сутки во всех вариантах. Отсутствие света несомненно усиливало токсичность меди на роголистник.

Поглощение меди роголистником в темноте (над чертой)
и на свету (под чертой) при разных температурах

Длительность опыта, сут	Исходная концентрация Си в среде, мкг/л	Содержание Си при 16 °С		Сухая масса роголистника, г	Содержание Си при 23 °С		Сухая масса роголистника, г
		в среде, мкг/л	в роголистнике, мкг/г сухой массы		в среде, мкг/л	в роголистнике, мкг/г сухой массы	
1	100	<u>0</u>	<u>43</u>	<u>0.68</u>	<u>0</u>	<u>34</u>	<u>0.84</u>
		50	30	0.33	0	30	0.98
2		<u>0</u>	<u>68</u>	<u>0.44</u>	<u>0</u>	<u>29</u>	<u>1.08</u>
		следы	62	0.42	0	28	1.00
6		<u>0</u>	<u>79</u>	<u>0.39</u>	<u>0</u>	<u>48</u>	<u>0.62</u>
		0	61	0.50	0	27	0.95
1	300	<u>140</u>	<u>181</u>	<u>0.31</u>	<u>26</u>	<u>127</u>	<u>0.64</u>
		97	153	0.55	43	76	0.93
2		<u>110</u>	<u>130</u>	<u>0.50</u>	<u>20</u>	<u>120</u>	<u>0.67</u>
		50	165	0.59	20	73	1.00
6		<u>90</u>	<u>160</u>	<u>0.47</u>	<u>следы</u>	<u>170</u>	<u>0.47</u>
		следы	170	0.56	40	85	0.84
1	500	<u>240</u>	<u>236</u>	<u>0.55</u>	<u>30</u>	<u>175</u>	<u>0.77</u>
		100	200	0.59	50	124	0.93
2		<u>220</u>	<u>253</u>	<u>0.52</u>	<u>50</u>	<u>186</u>	<u>0.73</u>
		120	244	0.45	40	136	0.92
6		<u>150</u>	<u>200</u>	<u>0.60</u>	<u>90</u>	<u>212</u>	<u>0.60</u>
		130	216	0.60	40	163	0.75
6	Контроль	-	-	<u>0.57</u> 0.48	-	-	<u>0.77</u> 0.90

Водные растения очень чутко реагируют на химический состав среды. При увеличении концентрации элементов, как это случается при загрязнении водоемов, большинство растений либо активно, либо пассивно поглощает их в количествах, превышающих необходимость в питании [5, 6]. Критерием устойчивости к высоким уровням металлов в среде, как правило, являются темп роста и продуктивность растений.

Как показывают данные (см. таблицу), в темновом и световом вариантах независимо от температуры и при наименьшей концентрации медь в среде отсутствовала, она полностью по-

глошалась роголистником. С повышением концентрации меди аккумуляция ее роголистником увеличивалась. На свету при концентрациях 0,3 и 0,5 мг/л значительное влияние на накопление меди оказывала температура. Например, при исходной концентрации 0,3 мг/л роголистник накапливал 170 мкг Cu при 16 °C, а при 23 °C – вдвое меньше (85 мкг).

Несмотря на то что медь является физиологически необходимым элементом для растений [1], избыточное поступление ее даже при незначительном превышении оптимальных доз становится причиной угнетающего действия, что и отмечено в описанных опытах. Собственные [2, 3] и литературные [4, 6] данные показывают, что устойчивость роголистника к Cu по сравнению с другими высшими водными растениями невелика.

Аккумуляция металлов тканями растений служит механизмом биологического удаления из водных систем потенциальных токсикантов. Подбирая наиболее устойчивые виды растений и изменяя условия внешней среды, можно направленно регулировать содержание металлов в воде.

Л и т е р а т у р а

1. А л е к с е е в а - П о п о в а Н.В. Растения в экспериментальных условиях минерального питания: эколого-физиологические исследования. Л., 1983.
2. М и к р я к о в а Т.Ф. Влияние солей тяжелых металлов на рост и накопительную способность ряски малой (*Lemna minor*) // Пресноводные гидробионты и их биология. Л., 1983.
3. М и к р я к о в а Т.Ф. О токсичности иона меди для роголистника // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1987. № 73.
4. H e i s e y R.M., D a m m a n A.W.H. Copper and lead uptake by aquatic macrophytes in eastern Connecticut, USA // Aquatic Bot. 1982. Vol. 14, N 3.
5. P e t e r R., W e l s h H., D a n n y P. The translocation of lead and copper in two submerged aquatic angiosperm species // Exp. Bot. 1979. Vol. 30, N 115.
6. W e l s h R.P.H., D e n n y P. The uptake of lead and copper by submerged aquatic macrophytes in two English lakes // Ecology. 1980. Vol. 68, N 2.

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

Б.И. Колупаев

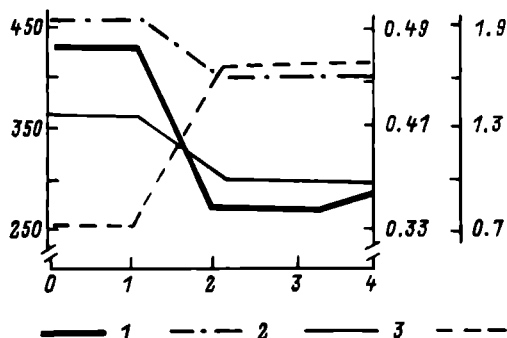
НОРМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИСЛОРОДНОГО
РЕЖИМА У ДАФНИЙ

Оценка действия антропогенных факторов на функциональное состояние гидробионтов часто затруднена из-за недостатка информации о нормальной физиологии и биохимии водных организмов. В связи с этим целью данной работы явилось определение нормальных параметров функционирования системы обеспечения кислородного режима организма (СОКРО), а также зависимость их от сезона и возраста у общепризнанного тест-объекта водной токсикологии – рачка *Daphnia magna* Straus.

Изучение проводили на лабораторной культуре при температуре 20–22 °С, в качестве корма использовали хлореллу. Активность грудных ножек, деятельность сердца, поглощение кислорода и выделение углекислого газа у рачков рассматривали как функциональный единый комплекс физиолого-биохимических процессов, направленных на обеспечение газового гомеостаза в их организме. Поэтому при постановке опытов учитывали возможность одновременной регистрации основных показателей СОКРО.

Исследования зависимости параметров СОКРО от возраста показали (см. рисунок), что наибольший прирост массы тела рачков происходит до 2-недельного возраста. В возрасте 2–4 нед масса рачков остается практически на постоянном уровне. Максимальные значения показателей СОКРО были характерны для дафний недельного возраста. Наиболее выраженное снижение абсолютных значений этих параметров зарегистрировано у рачков в возрасте 1–2 нед. У 2- и 4-недельных рачков показатели СОКРО так же, как и масса тела, имели относительно постоянные значения. На протяжении всего исследуемого периода у дафний наблюдалась прямая связь между интенсивностью газообмена, ритмами дыхания и сердцебиений.

Потребление кислорода и выделение углекислоты дафниями было приблизительно одинаковыми с сентября по апрель. В конце весеннего и весь летний периоды показатели СОКРО, несмотря на постоянство температуры воды в течение года, были повышенными. Ритм дыхания и сердцебиений так же, как и интенсивность общего газообмена у дафний, имели наибольшие значения в конце весеннего и в летний периоды. В течение всего года у рачков прослеживалась тесная связь между интенсивностью газообмена и частотой дыхания (коэффициент корреляции 0.9), а также между интенсивностью газообмена и частотой сердечных сокращений (см. таблицу).



Зависимость показателей СОКРО дафний от возраста.

По оси ординат слева: число дыханий (3) и сердцебиений (2) в 1 мин; справа - соответственно потребление O_2 (1), мг/(г·ч); масса тела дафний (4), мг.

Показатели СОКРО у дафний в разное время года

Месяцы	Потребление O_2 , мг/(г·ч)	Выделение CO_2 , мг/(г·ч)	Число дыханий в 1 мин	Частота сердцебиений, уд./мин
Январь-апрель	0.43 ± 0.02	0.38 ± 0.04	299 ± 15	358 ± 14
Май-август	0.62 ± 0.03	0.51 ± 0.05	346 ± 17	398 ± 16
Сентябрь-ноябрь	0.42 ± 0.05	0.40 ± 0.08	275 ± 13	370 ± 11
Декабрь	0.45 ± 0.01	0.41 ± 0.09	305 ± 19	369 ± 8

Установлена взаимосвязь ритма дыхания и сердцебиений дафний и количества эмбрионов в их выводковой камере. Так, число дыханий в 1 мин у дафний без эмбрионов было равно 300 ± 14 , сердцебиений - 350 ± 17 уд./мин. У рачков с 1-3 эмбрионами число движений грудных ножек увеличивалось до 328 ± 9 , ритм сердцебиений - до 379 ± 11 уд./мин.

Казанский университет

А. П. М ы л ь н и к о в

КОРЕШКОВАЯ СИСТЕМА ЖГУТИКОВ ЦЕРКОМОНАДИД

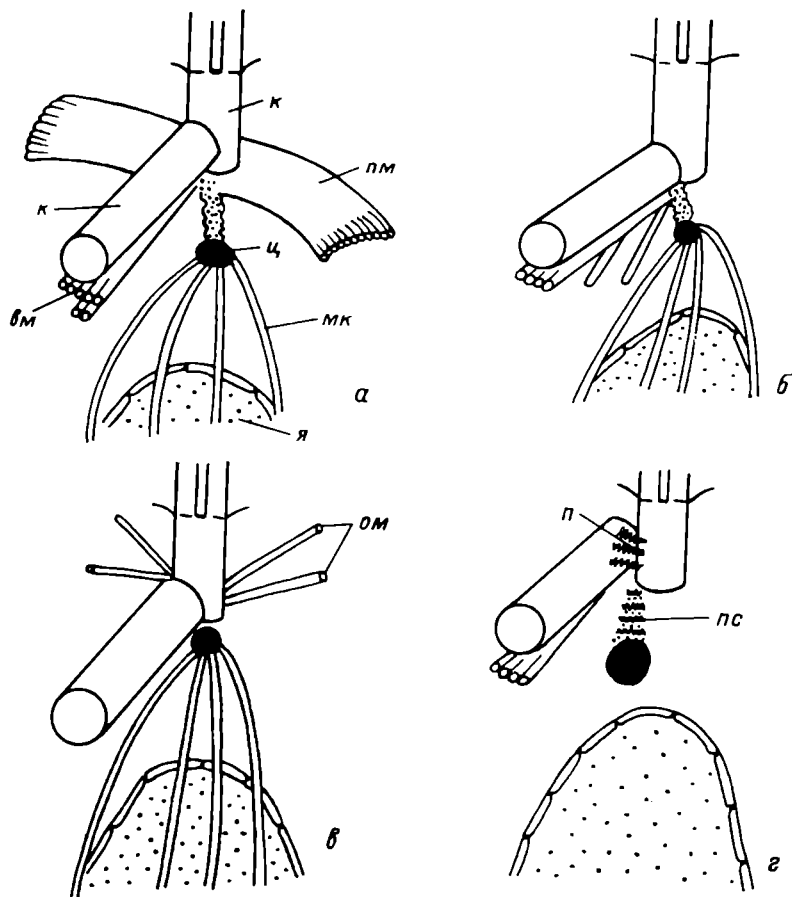
Изучать тонкое строение новой группы бесцветных жгутиконосцев отряда *Cercomonadida* начали относительно недавно [1]. У этих организмов обнаружен единый план строения клетки. Однако такой важный таксономический признак, как строение корешковой системы жгутиков (КСЖ), исследован недостаточно. Известно, что жгутики и сопутствующие им структуры весьма консервативны в филогенетическом отношении.

Материалом для работы послужило 10 видов церкомонадид, выделенных в разное время в лаборатории биологии низших организмов ИБВВ АН СССР. Методика исследования изложена ранее [1]. Мы приняли следующие допущения: род *Cercomonas* рассматриваем как старший синоним по отношению к роду *Cercobodo*, а вид *Bodo spora* на основании ультраструктуры отнесли к церкомонадидам.

К корешковой системе жгутиков относятся кинетосомы (базальные тела), отходящие от них поперечно исчерченные или аморфные структуры и микротрубочки. Наиболее сложно устроена КСЖ у *Cercomonas amoebinus* (см. рисунок, а). Кинетосомы у этого вида, как и у большинства церкомонадид, располагаются перпендикулярно друг другу. В переходной зоне жгутиков заметны пластинка и небольшая аксосома, с которой соединены центральные микротрубочки. Кинетосома рулевого жгутика упирается в кинетосому двигательного. Вокруг дистальной части концов кинетосом располагаются осмиофильные сателлиты, от которых отделяются 2 поверхностные ленты, содержащие 8-11 микротрубочек, вентральная лента, параллельная рулевому жгутику, насчитывающая 5-6 микротрубочек и еще 2 дополнительные, а также осмиофильное тело, представляющее центр организации микротрубочек (ЦОМТ). От последнего отходит микротрубочковый конус, охватывающий передний конец ядра. Кроме того, от кинетосом продолжают отдельные микротрубочки, проходящие в глубь клетки. Сходная КСЖ обнаружена у *Cercomonas crassicauda*. Однако у этого вида найдена лишь одна поверхностная лента (5-6 микротрубочек), а вентральная лента содержит 2-4 микротрубочки.

У *Cercomonas varians*, *C. minimus*, *C. plasmodialis* и *C. activus* поверхностные ленты не обнаружены. Вентральная лента содержит 4 микротрубочки и отдельные микротрубочки вблизи рулевого жгутика (у *C. varians*). От ЦОМТ отходит конус, охватывающий ядро клетки (см. рисунок, б).

Еще более просто устроена КСЖ у *C. metabolicus* и *C. cometa*. У первого организма от кинетосомы отходят от-



Корешковая система жгутиков некоторых церкомонадид.

а - *Cercomonas amoebinus*, б - *C. varians*, в - *C. metabolicus*, г - *Bodomorpha reniformis*. к - кинетосома, пм - поверхностные микротрубочки, вк - вентральные микротрубочки, ц - центр организации микротрубочек, мк - микротрубочковый конус, я - ядро, ом - отдельная микротрубочка, пс - поперечно исчерченная структура, п - перемычка между кинетосомами.

дельные микротрубочки и ЦОМТ, у второго - только ЦОМТ. Лент микротрубочек не выявлено (см. рисунок, в).

У *Bodomorpha reniformis* и *Bodo spora* конус не отмечен. Параллельно рулевому жгутику проходит лента, состоящая из 4 микротрубочек (см. рисунок, г). В то же время найдена поперечно исчерченная структура, несущая на одном конце ЦОМТ. Между кинетосомами лежат 3 перемычки. В отличие от *Cercomonas* оси кинетосом у *Bodomorpha* не пересекаются.

Приведенные данные говорят о сходстве строения КСЖ церкомонадид. Общими структурами являются кинетосомы, ленты микротрубочек и ЦОМТ с микротрубочковым конусом. Полностью гомологичной можно считать вентральную ленту, содержащую 4-5 микротрубочек. Остальные структуры варьируют в зависимости от видовой принадлежности организма, что соответствует ранее полученным данным [1]. Сохранение единого плана строения КСЖ подтверждает правильность выделения церкомонадид в отдельную группу жгутиконосцев. Причем степень развития КСЖ, вероятно, не зависит от подвижности клеток, так как упрощенную КСЖ имеют как быстро передвигающиеся виды (*Bodomorpha reniformis*, *Bodo spora*), так и малоподвижные (*Cercomonas cometa*).

Церкомонадиды близки к примитивному отряду слизистых грибов *Protostelida* [2]. Для этих организмов характерны следующие стадии: амебо-флагеллятная, плазмодий и плодовое тело. Причем их КСЖ содержит 5 (максимум) микротрубочковых лент, занимающих определенное положение [3]. При сравнении КСЖ церкомонадид можно установить их большое сходство и, возможно, гомологию. Это относится к ленте, параллельной рулевому жгутику и ЦОМТ с малым конусом протостелид. Однако у церкомонадид не обнаружены паракинетосомальные структуры и большой микротрубочковый конус, столь характерный для протостелид. Последний известен как на жгутиковой, так и на амебной стадии этих слизевиков [4]. Во всех случаях от ЦОМТ отходит несколько микротрубочек, окружающих ядро клетки. Эти структуры образуют ризопласты у протостелид и церкомонадид. По сравнению с церкомонадидами КСЖ протостелид более усложнена. Однако у некоторых видов, даже принадлежащих к одному роду, отдельные микротрубочковые ленты или ЦОМТ отсутствуют при сохранении единого плана строения КСЖ. Аналогичное явление наблюдается и у церкомонадид. Сходство этих групп амебовидных простейших служит еще одним аргументом в пользу происхождения их от общего предка.

Л и т е р а т у р а

1. М ы л ь н и к о в А.П. Биология и ультраструктура амебовидных жгутиконосцев *Cercomonadida* ord. n. // Зool. журн. 1986. Т. 65, вып. 5.
2. O l i v e L.S. The *Protostelida* - a new order of the *Mycetozoa* // *Mycologia*. 1967. Vol. 59, N 1.
3. S p i e g e l F.W. Phylogenetic significance of the flagellar apparatus in *Protostelids* (*Eumycetozoa*) // *BioSystems*. 1981. Vol. 14.
4. S p i e g e l F.W., F e l d m a n J. Obligate amoebae of the *Protostelids*: significance for the concept of *Eumycetozoa* // *BioSystems*. 1985. Vol. 18.

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

В.В. Кузмина, О.Б. Перевозчикова

СОДЕРЖАНИЕ ГЕКСОЗ И НЕКОТОРЫХ
АМИНОКИСЛОТ В КОРМОВЫХ ОБЪЕКТАХ РЫБ

Сведения о содержании низкомолекулярных энергетических компонентов в организме гидробионтов, являющихся потенциальными кормовыми объектами рыб, единичны [1]. Вместе с тем эти данные важны для решения ряда трофологических задач, в частности оценки качества стартовых кормов рыб. Особая роль легкогидролизуемых полимеров, и особенно мономеров, в кормовых объектах обусловлена тем, что на предличиночных и ранних личиночных этапах развития рыб поджелудочная железа не функционирует [4] и процессы гидролитического расщепления биополимеров затруднены. Поэтому эффективность питания рыб на ранних этапах постэмбриогенеза в значительной мере зависит от присутствия в стартовых кормах низкомолекулярных и легкогидролизуемых компонентов.

Цель работы состояла в определении уровня свободных гексоз и аминокислот (преимущественно тирозина) в организме некоторых потенциальных кормовых объектов рыб Рыбинского водохранилища и ближайших водоемов: чистых культур водорослей (*Oscillatoria agardhii*, *Diatoma elongatum*, *Ankistrodesmus* sp.), представителей зоопланктона и зообентоса, икры леща и щуки, предличинок и личинок рыб сем. Cyprinidae на этапах А-Д₁. Уровень гексоз определяли по методу Нельсона, аминокислот - по модифицированному методу Энсона [3]. В культурах водорослей свободные аминокислоты не обнаружены. Наличие гексоз отмечено лишь у *Oscillatoria agardhii* - 2 ммоль. По содержанию свободных аминокислот представители зоопланктона и зообентоса довольно близки (16.7-20.0 ммоль), причем различия между ними, как правило, статистически недостоверны (см. таблицу). Особо следует отметить исключительно высокую концентрацию аминокислот в икре рыб и низкую - в теле личинок.

По содержанию свободных гексоз у исследованных животных, напротив, выявлены значительные различия. Минимальное количество найдено у личинок рыб, несколько больше - у представителей зоопланктона, моллюсков и поденок. Значительна концентрация гексоз в икре леща, максимальна - у олигохет и личинок хирономид. Исследованные характеристики неодинаковы: максимальный уровень аминокислот (икра) превышает минимальный (личинки рыб) приблизительно в 4.4 раза, гексоз - в 108 раз (олигохеты и личинки рыб соответственно).

Интересно сопоставить эти данные со сведениями, касающимися содержания у исследованных организмов высокомолекулярных компонентов той же природы. В частности, ранее мак-

Доминирующие виды	Гексозы	Аминокислоты
<i>Diaptomus</i> sp., <i>Polyphemus pediculus</i> , <i>Bosmina longirostris</i>	2.0 \pm 0.6	19.9 \pm 1.4
<i>Diaptomus</i> sp., <i>Mesocyclops leuckarti</i>	4.2 \pm 1.8	16.8
<i>Tubifex tubifex</i> , <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> f. <i>tipica</i>	43.4 \pm 3.0	19.9 \pm 1.1
<i>Chironomus plumosus</i> , <i>Procladius</i> sp.	35.7 \pm 1.6	18.3 \pm 0.6
Представители отряда <i>Ephemeroptera</i> <i>Limnea stagnalis</i>	4.0 \pm 0.7	15.6 \pm 1.1
мелкие	2.7 \pm 1.9	16.7 \pm 1.9
крупные	2.7 \pm 0.8	17.5 \pm 2.8
<i>Caretus corneus</i>	-	19.4 \pm 2.8
Икра <i>Abramis brama</i>	6.1 \pm 1.3	29.1 \pm 3.3
Икра <i>Esox lucius</i>	-	27.8 \pm 11.1
Личинки рыб сем. <i>Cyprinidae</i>	0.4 \pm 0.3	6.7 \pm 2.2

симальное содержание полисахарида гликогена было отмечено при исследовании зоопланктона из защищенного побережья Рыбинского водохранилища (61.1 ммоль), минимальное - у молоди рыб (2.8-16.7 ммоль). У личинок хирономид концентрация гликогена соответствовала 16.7, у олигохет - 38.8, у прудовиков - 44.4 ммоль [2]. Обращает внимание тот факт, что у олигохет концентрации полимерной и мономерной форм углеводов близки, а у хирономид содержание гексоз в 2 раза выше, чем гликогена. У остальных групп организмов, напротив, преобладают полисахариды, особенно у некоторых видов рачкового планктона.

Соотношение белка и свободных аминокислот также значительно варьирует. Так, содержание белка в зоопланктоне - 5.7 г%, в организме хирономид - 7.2, олигохет - 10.4, прудовиков - 13.5, молоди рыб - 8.5 г% [2]. Различия в содержании полимеров и мономеров (в единицах массы) максимальны у личинок рыб (70 раз), минимальны у представителей зоопланктона (16-19 раз), близки у хирономид и олигохет (22-29 раз)

и занимают промежуточное положение у прудовиков (43.5 раза). Если учесть, что нами выявлялись преимущественно тирозин и в значительно меньшей степени триптофан, гистидин, аспарагин и другие аминокислоты, то можно считать, что концентрация свободных аминокислот в организме исследованных гидробионтов значительно выше. Эти данные хорошо согласуются с представлениями о разной доступности белковых компонентов различных кормовых объектов для личинок рыб. Доля белковых компонентов (аминокислот), способных поступать во внутреннюю среду организма молоди рыб без предварительного гидролиза у представителей зоопланктона, приблизительно в 3 раза выше, чем у личинок рыб, которыми начинает эффективно питаться молодь хищных рыб после завершения формирования поджелудочной железы и продуцирования ферментов, обеспечивающих начальные этапы гидролиза белка.

Полученные данные свидетельствуют о том, что гидробионты, относящиеся к различным таксономическим группам и составляющие кормовую базу рыб, содержат значительное количество свободных гексоз, тирозина и других аминокислот. Соотношение белковых и углеводных компонентов, находящихся в форме моно- и полимеров у разных видов, различно. Сопоставление этих и имеющихся в литературе сведений по физиологии питания рыб позволяет прийти к заключению о том, что рачковый планктон является оптимальным кормом для личинок рыб в значительной мере благодаря наличию легкоусвояемых свободных аминокислот и гексоз. Соотношение отдельных мономеров у разных видов планктонных организмов может существенно различаться. Оценка качества стартовых кормов для личинок рыб разных видов должна включать анализ количества низкомолекулярных компонентов, в том числе и мономеров.

Л и т е р а т у р а

1. Кузьмина В.В. Об оценке биохимического состава и калорийности основных энергетических компонентов кормовых объектов рыб // Оценка погрешности методов гидробиологических и ихтиологических исследований. Рыбинск, 1982.
2. Кузьмина В.В., Лисицкая Н.Б., Половкова С.Н., Силкина Н.И., Баканов А.И. Биохимический состав некоторых кормовых объектов рыб Рыбинского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1979. № 44.
3. Кузьмина В.В., Перевозчикова О.Б. Роль экзоферментов в процессах пищеварения рыб // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1988. № 80.
4. Остроумова И.Н., Дементьева М.А. О начале функционирования поджелудочной железы в пищевари-

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

УДК 551.3+627.18

Л. Б. И к о н н и к о в, Л. В. К а л и н и н

РАЗРУШЕНИЕ БЕРЕГОВ ОЗЕРНОЙ ЧАСТИ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ЕГО ПРОГНОЗ

Динамику разрушения берегов Горьковского водохранилища сотрудники Дзержинской карстовой лаборатории и Волжской гидрометеорологической обсерватории наблюдали в 1980–1986 гг. в основном в озерной части. Этот район имеет длину около 90 км, верхняя его граница проводится в районе устья р. Елнати.

Среди берегоформирующих процессов наиболее распространены размыв и аккумуляция, вызванные действием ветрового волнения. В разрушении берегов, сложенных песчаными породами четвертичного возраста, участвуют также дефляция и гравитационные смещения пород в виде осыпей и небольших обвалов. Деформация песчано-глинистых берегов из пород пермского и триасового возраста в значительной степени обусловлена развитаем выветривания и гравитационными смещениями пород на склонах в виде осыпей, обвалов и оползней. Эти процессы вызывают существенное снижение прочности и поступление к урезу воды материала береговых обрушений, облегчая размыв его волнами и транспортировку течениями.

По характеру переформирования можно выделить следующие основные типы и подтипы берегов.

1. Абразионный, разделяемый на подтипы: а) коренные склоны волжской долины высотой над НПУ до 20–25 м из песчано-глинистых пород пермского и триасового возраста, прикрытых флювиогляциальными песками и мореными суглинками; б) уступы II надпойменной террасы Волги и ее притоков высотой до 10–15 м, сложенные в нижней части породами пермского или триасового возраста, а выше – аллювиально-флювиогляциальными, аллювиальными и делювиальными; в) уступы I и II надпойменных террас Волги и ее притоков высотой соответственно до 5 и 10–15 м из аллювиально-флювиогляциальных, аллювиальных и делювиальных песчаных пород.

2. Аккумулятивный, разделяемый на подтипы: а) пологие склоны I и II надпойменных террас Волги и ее притоков с песчаными пляжами; б) пологие склоны террас притоков Волги, располагающиеся по открытым заливам, и склоны затопленных

Т а б л и ц а 1

Сведения о размыве берегов Горьковского водохранилища за 1980-1986 гг.

Местоположение участка	Расстояние от Горьковского ГЭС, км	Тип берега	Величина размыва						Средняя величина размыва
			У1, У11 1980 г.- У1 1981 г.	У1, 1Х 1981 г.- У11, 1Х, Х 1982 г.	У11, 1Х, Х 1982 г.- У-У111 1983 г.	У-У111 1983 г.- У11-Х 1984 г.	У11-Х 1Х, Х 1985 г.	1Х-Х 1985 г.- У1, 1Х, Х 1986 г.	
Г. Чкаловск (правобережье)	13-16	1а	-	-	-	-	-	$\frac{0.8}{4.4}$	-
Пос. Сокольское (левобережье)	53-58	1б	-	$\frac{0.8}{5.5}$	$\frac{1.3}{16.8}$			$\frac{0.7}{7.1}$	$\frac{0.56}{5.90}$
Д. Ватуриха (левобережье)	2-3	1в	-	$\frac{0.4}{8.3}$	$\frac{0.7}{17.5}$		$\frac{1.1}{4.7}$	$\frac{0.6}{19.8}$	$\frac{0.54}{9.70}$
У д. Андроново и южнее (лево- бережье)	3.5-4.5	1в	$\frac{1.1}{10.4}$	$\frac{2.05}{15.5}$	$\frac{0.05}{2.60}$		$\frac{0.7}{6.8}$	$\frac{0.9}{13.2}$	$\frac{0.74}{7.50}$
Севернее д. Ан- дроново	5-7	1в	$\frac{0.8}{2.6}$	$\frac{0.4}{2.8}$	$\frac{1.6}{10.9}$		$\frac{0.7}{8.2}$	$\frac{0.8}{8.2}$	$\frac{0.66}{5.00}$
Д. Рыжково (левобережье)	76	1в	$\frac{1.3}{10.3}$		$\frac{0.8}{7.1}$		$\frac{0.3}{7.9}$	$\frac{1.8}{12.7}$	$\frac{0.67}{6.10}$
Д. Черницы (залив р. Юг)	8	1в	-	$\frac{0.1}{0.8}$	$\frac{0.7}{2.3}$	-	-	$\frac{0.05}{0.20}$	$\frac{0.3}{1.0}$

Примечание. Над чертой - величина отступления бровки берега, м; под чертой - объем размыва берега на 1 м береговой линии, м³.

Т а б л и ц а 2

Результаты прогнозных расчетов размыва берегов в 1983–2056 гг.

Местополо- жение бере- га	Отступ бровки берега, м		Размыв берего- вой линии, м ³		Ширина при- брежной отме- ли, м		Аккумуляция твёрдого материала в прибрежной зоне, % от объёма раз- мыва берега
	1983– 1993 гг.	1993– 2056 гг.	1983– 1993 гг.	1993– 2056 гг.	1993 г.	2056 г.	
Северная окраина г. Чкалов- ска	0,6*	9,4*	29,5*	156,5*	67,5*	85,5*	32
Д. Андро- ново	3,3	15,3	34,0	138,0	87,3	121,0	73
Южнее д. Андро- ново (у д. Наго- вицкино)	4,5	16,3	41,0	167,0	39,5	101,0	74
Восточная окраина д. Черныш	3,2	11,4	12,6	58,4	43,0	59,5	81

П р и м е ч а н и е. * – расчеты вели с 1984 г.

и отчлененных от водохранилища оврагов с зарастанием и за-
илением акватории.

Длительная эксплуатация водоема в условиях небольших коле-
баний уровня воды в безледное время при умеренном развитии
ветрового волнения способствовала тому, что деформация бере-
гов сейчас существенно замедлилась. Абразионные берега под-
типа „а” отступают со скоростью нескольких дециметров в год.
В разрушении берегов отмечается цикличность, что обусловлено
обвално-оползневым характером деформации надводных откосов.
После оползня или обвала наступает период стабилизации бровки
склона. Обрушенный материал размывается волнами и течениями.
Удаление грунта снова приводит склон в неустойчивое состоя-
ние. Берега подтипов „б” и „в” отступают со средней скоростью
0,6–0,7 м/год. В редких случаях скорость отступления более
низких берегов составляет 1–1,5 м/год. Объемы размывной по-
роды для берегов абразионного типа за исследуемый период
составляли по отдельным участкам от 1 до 10 м³ в год (табл.
1). Местами берега зарастают.

На фоне общего замедления размыва берегов отмечаются
разрушения, связанные с сильными штормами при повышенном
уровне воды в водоеме. Подобная активизация размыва отме-
чалась, например, в конце августа и в сентябре 1986 г., когда
сильные штормы совпали с уровнем воды, на 0,3–0,45 м пре-
вышающим отметки НПУ. Вследствие этого величина размыва
берегов на большинстве участков за 1986 г. оказалась больше

годовых величин за предшествующий 20-летний период. С повостепенном значении уровня режима как регулятора темпов абразии свидетельствует также одинаковый характер изменения показателей размыва берегов по годам для всех изученных участков (табл. 1).

В целом можно говорить о выравнивании темпов абразии берегов разных типов вследствие различий в размерах прибрежных отмелей и спрямления береговой линии в плане. Вдоль абразионных берегов сформировались сравнительно широкие отмели. Наибольшую ширину, составляющую в среднем 80-90 м, они имеют у песчаных берегов вблизи д. Андроново. На других изучаемых абразионных участках ширина отмели находится в пределах 40-60 м.

Итак, в настоящее время абразионные берега размываются медленно вследствие наличия сравнительно устойчивых и широких прибрежных отмелей, создающих значительный волногасящий эффект. Размыв берегов волнами обуславливает гравитационные смещения пород на береговом склоне. Последние, со своей стороны, облегчают волновую абразию берегов, так как обеспечивают поступление пород к урезу водоема и уменьшают при этом его прочность при перемещении по береговому откосу. Таким образом, на береговом склоне работает своего рода конвейер, периодически подающий разрушенную породу, слагающую берег, в приурезовую зону водохранилища для окончательной переработки и преимущественного распределения на дне этого водоема с помощью волн и различных течений.

Аккумуляция наносов у абразионных берегов проявляется в формировании пляжей и аккумулятивных частей прибрежных отмелей. Аккумулятивные косы или пересыпи присутствуют в устьях всех заливов. Аккумулятивные берега подтипа „а“ крайне редки. Короткими участками они перемежаются с абразионными берегами. Ввиду большого количества затопленных оврагов и русел мелких речек широко распространены аккумулятивные берега подтипа „б“.

О дальнейшем развитии абразионных берегов можно судить на основании расчетов, выполненных по методике автора [1] для нескольких участков (табл. 2). Результаты указывают на очень медленное разрушение берегов в ближайшее десятилетие и в последующий период до 2056 г., т. е. к 100-летию нормальной эксплуатации водохранилища. Наибольшему размыву подвергнутся левобережные песчаные участки (у деревень Андроново и Наговицыно), где при среднем отступлении бровки берега на 0.25-0.28 м/год объем размыва составит 2.4-2.8 м³/год. Как и сейчас, наиболее слабо будут размываться берега подтипа „а“, сложенные более прочными породами (у г. Чкаловска), где при том же среднем объеме размыва, что и для указанных выше песчаных берегов, отступ бровки берега будет в 2-3 раза меньше. Еще меньшая скорость размыва берега

будет отмечаться на низких песчаных участках, расположенных по крупным открытым заливам с небольшой активностью ветровых процессов (у д. Черницы).

Л и т е р а т у р а

1. Р е к о м е н д а ц и и по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям на водохранилищах для строительства. М., 1986.

Дзержинская карстовая лаборатория
Волжская гидрометеорологическая обсерватория

УДК 556.114

Т.Б. Л а п и р о в а, А.А. Б ы л и н к и н а

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФОРМ ФОСФОРА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ МЕТОДОМ ГЕЛЬ-ФИЛЬТРАЦИИ

Около 20 лет тому назад в литературе впервые были высказаны сомнения относительно того, дает ли метод молибденовой сини значения концентрации именно фосфатного иона [2]. В настоящее время большинство исследователей пришло к выводу, что использование этого метода в кислой среде вызывает гидролиз лабильных фосфорных соединений до ортофосфатов, что и является причиной завышения истинной их концентрации в некоторых случаях даже на 1-2 порядка. Поэтому компоненты, определенные в фильтрованной воде этим методом, принято называть растворенным реактивным фосфором.

Но при изучении водоемов наиболее интересно знать содержание именно ортофосфат-иона, как наиболее легко и быстро усвояемой формы фосфорного питания фитопланктона; так что встал вопрос о том, с помощью каких методов можно получить неискаженные данные. Одной из наиболее удачных методик считается биопроба с применением ^{32}P , предложенная Риглером [2], которая в настоящее время модифицирована рядом исследователей. Но метод этот трудоемок и не всегда пригоден для рутинных анализов. Позже для разделения форм фосфора природной воды был применен метод гель-фильтрации [1, 3]. Анализ этот достаточно прост и при наличии соответствующего оборудования не занимает много времени.

Целью нашей работы было опробование этой методики применительно к нескольким различным по составу природным водам и сравнение результатов со значениями, полученными стандартным методом. Для проведения гель-фильтрации мы использовали сефадекс G-25 тонкий. Навеску отмучивали и оставляли

на сутки в дистиллированной воде для набухания. На следующий день сефадекс промывали элюентом и оставляли в нем еще на ночь. В качестве элюирующего раствора брали 0.4%-ный раствор NaCl . Колонку диаметром 1.8 см заполняли подготовленным гелем до высоты слоя 30 см. После этого в течение 9 ч через уже заполненную колонку пропускали элюент, затем с помощью голубого декстрана определяли пустой объем.

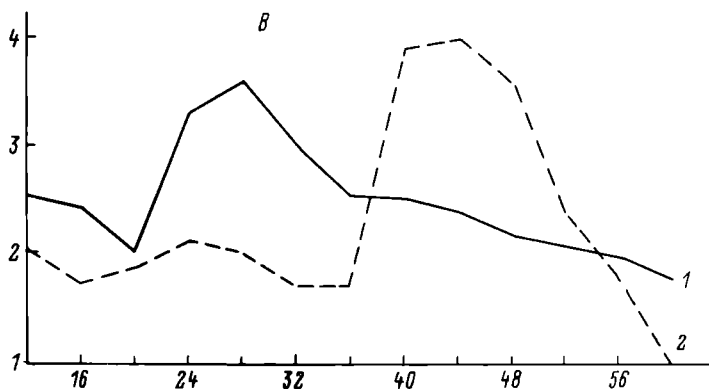
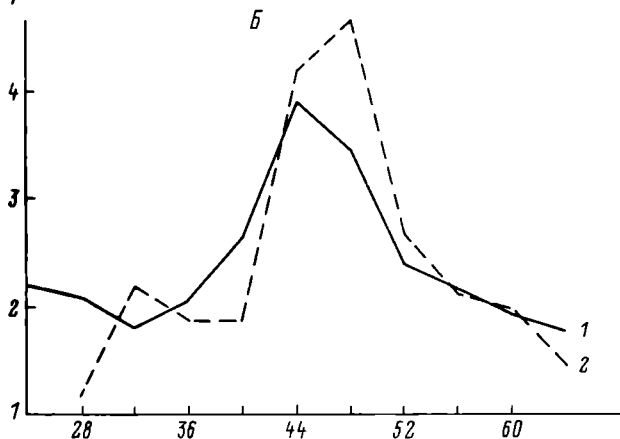
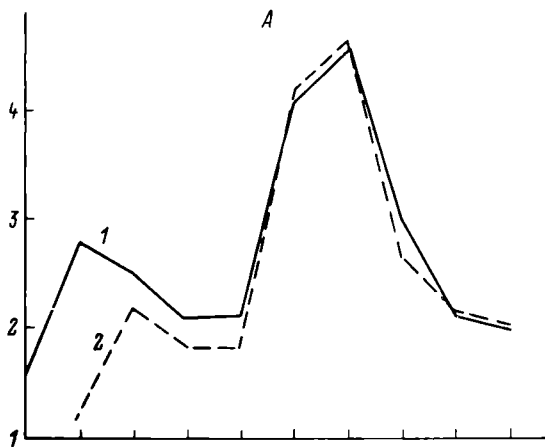
Природную воду (20–40 мл) после длительного отстоя или фильтрации метили ^{32}P и оставляли на ночь для уравнивания. ^{32}P без носителя добавляли из расчета 2 кБк/мл. Параллельно в таких же условиях выдерживали ту же воду без метки, в которой затем определяли реактивный фосфор. Одновременно на колонку наносили 4 мл меченой пробы и начинали элюирование. Вначале в один сосуд собирали пустой объем, затем последовательно фракции по 4 мл. После того как было пропущено необходимое количество элюента, из каждой фракции отбирали по 0.4 мл, наносили на планшечку и высушивали под лампой. Затем эти планшечки просчитывали на торцовом счетчике.

Параметры работы колонки, установленные в процессе анализа, были следующими: пустой объем – 25 мл, объем выхода фосфатов – около 50 мл. Скорость потока снижалась от 1 мл/мин в первый день опыта до 0.5 мл/мин в последующие дни. Через одну колонку пропускали не более 3 проб (включая стандарт). Процент выхода метки ни разу не превысил 40. Полученные результаты фракционирования представлены на рисунке.

Для исследования мы использовали пробу воды, отобранную на ст. Коприно Рыбинского водохранилища в октябре 1986 г., снеговую воду и пробу воды с цветностью 160° из пруда в районе пос. Борок. В копринской воде количество растворенного реактивного фосфора, определенного стандартным химическим методом, оказалось равным 56 мкг/л, общего – 60 мкг/л. На рисунке отчетливо видны 2 пика: небольшой, с объемом выхода 28–32 мл, и более высокий – 44–48 мл (все фракции считаются с начала элюирования). Пик стандартного раствора фосфатов с концентрацией 60 мкг/л почти полностью повторяет по размеру и очертаниям высокий (фосфатный) пик пробы. Первый пик принадлежит, по-видимому, более высокомолекулярной фракции органического фосфора.

Таким образом, результаты, полученные двумя различными методами, дают одинаковую характеристику данного образца воды: фосфор пробы представлен в основном фосфатами и лишь незначительная его часть – органическими фосфорсодержащими соединениями. Такое соотношение форм и естественно было ожидать в этот период, когда процессы минерализации значительно преобладали над потреблением.

Аналогичные результаты получены и в пробе снеговой воды. Химическое определение дало 10 мкг/л реактивного и 12 – общего фосфора. На графике гель-фильтрации также выявлен только фосфатный пик. Имеющийся небольшой пик более высокомо-



Результаты фракционирования образцов воды методом гель-фильтрации.

А - Волга у Коприна, Б - снег, В - цветная вода; 1 - исследуемый образец, 2 - стандарт PO_4 . По оси ординат - логарифм активности фракции, имп./100 с; по оси абсцисс - объем элюента с начала элюирования, мл.

лекулярного фосфора на графиках стандартных растворов фосфатов объясняется тем, что во всех анализах вначале через колонку пропусклась проба. Поэтому при последующем пропускании стандарта происходит как бы „довывывание“ следов всех фракций от предыдущего образца.

Особый интерес представляет фракционирование цветной воды. Химический анализ показал высокое содержание реактивного (90 мкг/л) и общего (124 мкг/л) фосфора. В данной пробе вследствие большого содержания высокомолекулярных гумусовых веществ необходимо было фракционировать и пустой объем. И действительно, активность фракций 12-16 мл оказалась достаточно высокой, что говорит о наличии в пробе значительного количества соединений с молекулярной массой больше или равной 2000. Пик (с 24 по 36 мл) фосфора органического вещества, несмотря на свою ширину, достаточно четок и явно расходится с пиком фосфатного стандарта. Отсюда следует, что фосфор в этой пробе находится в виде высокомолекулярных соединений, входящих в состав органического вещества или коллоидных органо-минеральных комплексов. Фосфор этот лабилен, в кислой среде легко отщепляется в виде ортофосфата, что и дает такие высокие значения его концентрации при химическом определении. Свободного же фосфатного иона нет, либо он присутствует в очень незначительных количествах.

Л и т е р а т у р а

1. D o w n e s M.F., P a e r l H.W. Separation of two dissolved reactive phosphorus fractions in lake water // J. Fish. Res. Board Can. 1978. Vol. 35, N 12.
2. R i g l e r F.H. Radiobiological analysis of inorganic phosphorus in lake water // Verh. Intern. Ver. theor. angew. Limnol. 1966. Vol. 16.
3. S t a i n t o n M.P. Errors in molybdenum blue methods for determing orthophosphate in freshwater // Can. J. Fish. Aquatic Sci. 1980. Vol. 37, N 3.

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

К.С. РЕЙНОЛДС. „ЭКОЛОГИЯ ПРЕСНОВОДНОГО ФИТОПЛАНКТОНА“. КЕМБРИДЖ, 1984. 384 С.
(C.S. REYNOLDS. THE ECOLOGY OF FRESHWATER PHYTOPLANKTON. CAMBRIDGE, 1984. 384 P.)

Книга К. Рейнолдса „Экология пресноводного фитопланктона“, вышедшая в 1984 г., но еще мало известная советскому читателю, является по существу первой публикацией, удачно сочетающей известные и общепризнанные знания по фитопланктону пресных водоемов с последними достижениями в данной области. Это и содержательный учебник, доступный по характеру изложения проблем студентам-экологам, и полноценная научная монография, которая может стать настольной книгой как специалиста-альголога, так и лимнолога широкого профиля.

В основу книги положены результаты изучения фитопланктона озер английского Озерного округа с привлечением большого числа фактических данных. Материал сгруппирован таким образом, что сначала читатель знакомится с фитопланктоном, начиная с терминологии, классификации, строения и химического состава водорослей (гл. 1. „Что такое фитопланктон?“) и кончая их приспособлением к среде обитания (гл. 2. „Механизмы нахождения во взвешенном состоянии“). При этом уделено много внимания таким нетрадиционным физическим аспектам, как проблема движения воды, поведение частиц в перемешиваемом слое, скорость оседания фитопланктона и приспособительные механизмы против ее ослабления. Рассмотренные в гл. 2 принципы и механизмы используются в следующей главе (гл. 3. „Распределение фитопланктона в пространстве и времени“), где обсуждаются проблемы выбора временной шкалы с учетом размера водоема и неравномерности распределения организмов, вертикальные и горизонтальные различия, сезонные изменения обилия и состава фитопланктона, структура сообщества и их конкуренция.

Затем автор переходит к фотосинтетической активности фитопланктона (гл. 4). Здесь он останавливается на общих чертах подводного фотосинтеза, его интенсивности в изолированных пробах водорослей и в естественных местообитаниях, на роли световых, температурных условий и обеспеченности углеродом, на соотношении с дыханием собственных клеток и в заключение подводит к проблеме фотосинтетической регуляции сообществ растительного планктона. В следующей главе, описывающей необходимые для фитопланктона питательные элементы (гл. 5. „Биогенные вещества“), показано соотношение $C:N:P:Si$ в сырой массе водорослей и значение каждого элемента в отдельности, оценена роль других, менее изученных элементов (Ca, Mg, K, Fe, Mn, Zn, Cu), микроэлементов, рассмотрено взаимодействие отдельных элементов и влияние физико-химических факторов на их использование водорослями. Заканчивается глава разделом, где дифференцируются причины естественного и антропогенного эвтрофирования и дается ряд уравнений связи концентраций хлорофилла, отражающих уровень трофии водоемов, с запасом основного эвтрофирующего элемента — фосфора.

Две главы отведены взаимно противоположным процессам, приводящим к нарастанию и убыли представителей фитопланктона в естественных водоемах. В гл. 6 „Рост и выживание“ собраны ценные сведения, количественно характеризующие скорости роста и размножения основных видов водорослей — доминантов фитопланктона, и освещены способы переживания ими неблагоприятных условий и расселения по водоемам. В заключительном разделе этой главы „Рост и стратегия выживания“ применительно к фитопланктону развивается теория r- и K-стратегии. В гл. 7 „Процессы убыли“ показано, чем определяется уменьшение количества фитопланктона в водоеме. Это — гидрологическое вымывание, седиментация, естественная смертность из-за недостатка света, питательных веществ, болезней и атаки паразитами, деструкция, выедание животными. Роль каждого из этих факторов оценена количественно и рассмотрена в зависимости от морфометрических и трофических особенностей водоема, а также изменения условий среды обитания.

В последней гл. 8. „Периодичность и изменение состава фитопланктона“ обсуждаются сезонные и долговременные изменения в составе фитопланктона. И хотя высказанное здесь заключение автора о том, что все наши знания едва ли дают возможность правдивого предсказания, какой вид и когда станет обильным в данном водоеме, и не вполне объясняют причину и размер пиков их биомассы, звучит пессимистично, его суждения и сомнения будут иметь определенное значение в стимулировании усилий исследователей приблизиться к пониманию этих фундаментальных вопросов экологии фитопланктона.

Обращает на себя внимание насыщенность книги фактическими данными по биологии отдельных видов водорослей и

структуре их сообществ. Привлекает пронизывающая ее идея, что именно такие сведения, а не только данные по общей биомассе фитопланктона, необходимо стремиться получать при изучении его роли в водных экосистемах. Оживляет книгу образный стиль изложения, правда затрудняющий иногда точный перевод на русский язык. Большая библиография, указатели символов, водоемов, родов и видов водорослей, общий предметный указатель тоже придают ценность книге и делают ее удобной при чтении.

Т. М. М и х е е в а, И. Л. П ы р и н а

С о в е т с к о - а м е р и к а н с к о м у с о т р у д н и ч е с т в у в области охраны окружающей среды - 15 лет (<u>Б у т о -</u> <u>р и н Н.В.</u>).	3
1У В с е с о ю з н о е с о в е щ а н и е п о о п ы т н о - п о к а з а т е л ь н о й теме „Мотыль <i>Chironomus plumosus</i> L. и его про- дуктивность в ареале” проекта 8 ^b (18) Советской националь- ной программы ЮНЕСКО „Человек и биосфера”, систематике и биологии хирономид (Ш и л о в а А.И.)	5

СООБЩЕНИЯ

К о с о л а п о в Д.Б., Л а п т е в а Н.А. Изучение водной микрофлоры с помощью сканирующего электронного микро- скопа	7
Р о м а н е н к о В.И. Количество бактерий на экранирующем слое и в глубине донных отложений	11
Л а п т е в а Н.А. Численность и активность микрофлоры в оз. Байкал	14
Д р ю к к е р В.В., К о с т о р н о в а Т.Я. Развитие оли- гокарбофильных бактерий в оз. Байкал на безбактериальной воде	18
Г а в р и л о в а В.А. Содержание сапрофитных бактерий в Рыбинском водохранилище в подледный период	22
К л а й н Н.П. Восстановление бихромата калия смешанной культурой бактерий в лабораторных условиях	23
О х а п к и н А.Г. Альгологический режим Чебоксарского во- дохранилища на второй год его существования	26
К о б а н о в а Г.И., Г е н к а л С.И. Представители рода <i>Stephanodiscus</i> Ehr. (<i>Bacillariophyta</i>) в водохрани- лищах р. Ангары и их экологические особенности	29
Г е н к а л С.И., Е л и з а р о в а В.А. Новые данные по изменчивости водоросли <i>Diatoma elongatum</i> Ag. в куль- туре	32
Е л и з а р о в а В.А. Об использовании культур при изучении скорости роста водорослей в планктоне	36
Л я ш е н к о Г.Ф. Водная растительность р. Сутки	40
Б о г а ч е в В.В. Сообщества макрофитов р. Юхоть	43

М и к р я к о в а Т.Ф. Особенности накопления меди рого- листником	47
К о л у п а е в Б.И. Нормальные параметры функционирования системы обеспечения кислородного режима у дафний	50
М ы л ь н и к о в А.П. Корешковая система жгутиков церко- монадид	52
К у з ь м и н а В.В., П е р е в о з ч и к о в а О.Б. Со- держание гексоэ и некоторых аминокислот в кормовых объ- ектах рыб	55
И к о н н и к о в Л.Б., К а л и н и н Л.В. Разрушение бе- регов озерной части Горьковского водохранилища и его прог- ноз	58
Л а п и р о в а Т.Б., Б ы л и н к и н а А.А. К определению форм фосфора в природных водах методом гель-фильтрации..	62

РЕЦЕНЗИЯ

К.С. Р е й н о л д с. „Экология пресноводного фитопланктона”. Кембридж, 1984. 384 с. (C.S. Reynolds, The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge, 1984. 384 p.) (М и х е е в а Т.М., П ы р и н а И.Л.)	66
--	----

C O N T E N T S

I N F O R M A T I O N

Page

15 years of the Soviet-American cooperation in the field of environmental protection(<u>B u t o r i n N.V.</u>) ..	3
IV All-Union Conference on the theme „Bloodworm Chironomus plumosus L. and its productivity in the areal" of the Project 8 ^b (18) of the UNESCO Soviet National Programme „Man and Biosphere", on systematics and biology of chironomids (S h i - l o v a A.I.)	5

A r t i c l e s

K o s o l a p o v D.B., L a p t e v a N.A. Study of the aquatic microflora using a scanning electron microscope	7
R o m a n e n k o V.I. Bacteria abundance on a screening layer and in the depth of the bottom sediments	11
L a p t e v a N.A. Abundance and activity of microflora in Lake Baikal	14
D r u k k e r V.V., K o s t o r n o v a T.Ya. Development of oligocarbophilous bacteria from Lake Baikal in bacteria-free water	18
G a v r i l o v a V.A. Content of saprophytic bacteria in the Rybinsk reservoir during the ice period . .	22
K l a i n N.P. Restitution of potassium bichromate by mixed bacteria culture under laboratory conditions	23
O c h a p k i n A.G. Algological regimen of the Cheboksary reservoir during the second year of its existence	26
K o b a n o v a G.I., G e n k a l S.I. Species of Stephanodiscus Ehr. (Bacillariophyta) in the Angara reservoirs and their ecological peculiarities	29
G e n k a l S.I., E l i z a r o v a V.A. New data on variability of Diatoma elongatum Ag. in culture	32
E l i z a r o v a V.A. On use of cultures when studying the rate of algae growth in plankton	36
L y a s h e n k o G.F. Aquatic vegetation of the Sultka river	40
	71

B o g a c h e v V.V. Macrophyte communities of the Yuchot river	43
M i c k r y a k o v a T.F. Peculiarities of copper accumulation by hornwort	47
K o l u p a e v B.I. Normal parameters of functioning of the system providing Daphnia with oxygen . . .	50
M y l n i k o v A.P. Root system of flagella of cercomonadida	52
K u z m i n a V.V., P e r e v o z c h i k o v a O.B. Content of hexoses and some amino acids in food objects of fishes	55
I k o n n i k o v L.B., K a l i n i n L.V. Destruction of shore line in the lake part of the Gorky reservoir and its prognostication	58
L a p i r o v a T.B., B y l i n k i n a A.A. On the determination of phosphorus forms in natural waters by gel-filtration	62

R e v i e w

C.S. R e y n o l d s. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge, 1984. 384 p. (M i c h e - e v a T.M., P y r i n a I.L.)	66
---	----