

06

ИБВВ

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

26

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 26



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Ленинград • 1975

Редакционная коллегия:

Н. В. Буторин (главный редактор), *Б. А. Вайнштейн*,
М. М. Камшилов, *А. В. Монаков*, *Ф. Д. Мордухай-Болтовской*,
А. Г. Поддубный, *В. И. Романенко*, *В. А. Экзерцев* (ответственный
за выпуск)

Б $\frac{21009-587}{055 (02)-75}$ **Без объявления**

© Институт биологии внутренних вод
АН СССР, 1975 г.

О ГОДИЧНОМ ОБЩЕМ ЗАСЕДАНИИ КОМИССИИ АН СССР ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОБЛЕМ ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ ВОД

8—9 апреля 1974 г. в Институте химической физики АН СССР состоялось годовое заседание Комиссии АН СССР по разработке проблем охраны природных вод.

Академик А. П. Виноградов во вступительном слове указал на большую актуальность проблем, стоящих перед Комиссией в связи с последними постановлениями партии и правительства о защите окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов. Об итогах и перспективах деятельности Комиссии рассказал в своем докладе академик Н. И. Семенов. Затем было заслушано 15 научных докладов. Член-корр. АН СССР Б. Н. Ласкорин сообщил об итогах работы Комиссии по рассмотрению физико-химических основ замкнутых водооборотных схем. Был предложен ряд новых подходов к очистке промышленных стоков. В частности, указывалось на целесообразность очистки стоков от отдельных видов производства. Ц. И. Роговская посвятила свой доклад новым методам интенсификации процессов биологической очистки. М. М. Телитченко привел данные о роли организмов в формировании биологически полноценной воды.

Большой интерес представили доклады Л. П. Брагинского о закономерностях действия токсических веществ на экосистемы водоемов и водотоков и В. Т. Каплина о превращении органических веществ в природных водах. Материалы о циркуляции канцерогенных веществ в гидросфере и путях профилактики привел Л. М. Шабад. Выясняется приуроченность канцерогенных загрязнений к районам коксохимии, нефтепереработки, транспорта, канцерогенных ливневых стоков городов и т. п. Интересными были доклады Ю. А. Жданова и А. Б. Горстко о математическом моделировании рационального использования водных ресурсов на примере Азовского бассейна. Об использовании радиационно-химических методов для очистки сточных вод сообщила Л. М. Макаровичкина. Ряд докладов был посвящен конкретным достижениям в очистке сточных вод в различных отраслях промышленности.

Выступавшие в прениях дали высокую оценку работы Комиссии. Вместе с тем было указано на необходимость обратить больше внимания на проблемы, которые следует решать уже сегодня.

М. М. Камшилов

А. В. И в а т и н

КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТЬЮ БАКТЕРИЙ И КОЛИЧЕСТВОМ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В результате многолетних наблюдений было установлено, что наиболее высокое содержание бактерий в Куйбышевском водохранилище приходится на период весеннего половодья, когда с водосборной площади поступает большое количество терригенных частиц. Увеличение общей численности бактерий в воде происходит также при взмучивании донных отложений во время штормов. С уменьшением взвешенных веществ численность бактерий снижается. Прямая коррелятивная связь между микрофлорой и количеством взвешенных веществ отмечена Н. И. Богдановым [1, 2] в Кайрак-Кумском водохранилище. Увеличение численности бактерий с повышением мутности воды в период весеннего половодья и во время штормов наблюдала также И. В. Михеева [4] в Приплотинном плёсе и Сусканском заливе Куйбышевского водохранилища.

Задача данной работы заключалась в том, чтобы установить коррелятивную связь между общей численностью бактерий в воде и количеством взвешенных веществ. Анализы производились один раз в месяц с мая по октябрь 1971 г. на 14 стандартных станциях.

Численность бактерий определялась по методу А. С. Разумова [6] на мембранных фильтрах № 3 с подсчетом под микроскопом МБИ-6 при общем увеличении 1575 \times . Количество взвешенных веществ учитывалось весовым методом [3] на мембранных фильтрах № 4.

Статистическую обработку результатов производили отдельно для каждого месяца и в целом за весь период. Наибольшее количество бактерий и органо-минеральных взвесей наблюдалось во время весеннего половодья (май). В последующие месяцы происходило снижение численности бактерий и количества взвешенных веществ. При этом численность бактерий уменьшалась незначительно и постепенно, а содержание взвесей особенно резко сократилось в июне и затем в октябре (см. таблицу).

Общая численность бактерий в воде и корреляция ее с количеством органо-минеральных взвесей

Время наблюдений	Число анализов	Количество бактерий, млн/мл				Количество взвесей, мг/л			Корреляция для второго уровня вероятности		
		минимальное	максимальное	среднеарифметическое в доверительном интервале		минимальное	максимальное	среднеарифметическое в доверительном интервале	коэффициент	критерий достоверности	
										в опыте	по таблице Стьюдента
Май	13	1.62	5.30	3.65±1.04		28	102	48±20	0.84±0.16	5.20	3.10
Июнь	14	1.46	2.94	2.19±0.42		6	58	18±12	0.70±0.20	3.50	3.10
Июль	14	0.97	4.51	2.25±0.81		3	37	14±8	0.92±0.11	8.40	3.10
Август	14	1.45	3.19	2.11±0.39		7	23	13±4	0.90±0.13	6.90	3.10
Сентябрь	14	0.58	3.42	1.75±0.78		2	43	12±3	0.92±0.11	8.40	3.10
Октябрь	14	0.78	1.81	1.33±0.24		1	11	5±2	0.68±0.22	3.10	3.10
Средняя	—	0.58	5.30	2.10±0.30		1	102	18±6	0.84±0.01	—	—

Значительная убыль взвесей в июне обусловлена осаждением терригенных частичек, а вместе с ними и микроорганизмов, снижение численности которых наблюдалось в это же время. Уменьшение количества органо-минеральных частиц в октябре связано, по-видимому, с разрушением части отмерших планктонных организмов и оседанием детрита.

По акватории водохранилища численность бактерий и взвешенные вещества распространены неравномерно. Максимальные величины приходились, как правило, на верхние районы — от Чебоксар (Волга) и Сорочьих Гор (Кама) до г. Тетюши. Ниже этого участка шло уменьшение количества взвешенных веществ и численности бактерий до минимальных значений в плёсах, расположенных ближе к плотине.

О тесной связи между общей численностью бактерий и количеством взвешенных веществ можно судить по коэффициенту корреляции, который в большинстве случаев колебался в пределах 0.84—0.92 (см. таблицу). В июне и октябре он был равен 0.7, что, судя по критерию Стьюдента [5], также свидетельствует о наличии прямой коррелятивной связи между обоими показателями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов Н. И. Динамика численности бактерий в водной толще Кайрак-Кумского водохранилища. — ДАН ТаджССР, 1967, 10, 10, с. 64—67.
2. Богданов Н. И. Микробиологический режим Кайрак-Кумского водохранилища. — ДАН ТаджССР, 1968, 11, 5, с. 74—78.
3. Зиминова Н. А. Опыт количественного исследования водных взвесей в водохранилищах. — Матер. 1-го н.-техн. совещ. по изуч. Куйбышевск. водохр., 1963, 1, с. 88—91.

4. Михеева И. В. Динамика численности бактерий в Куйбышевском водохранилище в связи с некоторыми гидрологическими факторами. — Матер. 1-го п.-техн. совещ. по изуч. Куйбышевск. водохр., 1963, 3, с. 95—101.
5. Плехинский Н. А. Биометрия. Изд-во МГУ, 1970, с. 1—362.
6. Разумов А. С. Методы микробиологических исследований воды. М., изд. Мин-ва строительства предприятий тяжелой индустрии техн. Управл. Всесоюзн. н.-и. ин-та ВОДГЕО, 1947, с. 1—60.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР.

В. М. Кудрявцев

ВЛИЯНИЕ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Известно, что только часть фитопланктона разрушается в водной толще. Нераспавшиеся остатки фитопланктона оседают на дно водоема и здесь подвергаются дальнейшей деструкции. Иловые отложения, как правило, содержат богатую и разнообразную микрофлору. Кроме того, граница 2 фаз вода—ил характеризуется резким перепадом окислительно-восстановительного потенциала. В соответствии с этим меняется состав микрофлоры и характер деструкции органического вещества [1].

В настоящем сообщении приводятся результаты исследований по влиянию иловых отложений и освещенности на интенсивность бактериального разложения органического вещества водорослей.

Ил из водоема извлекался дночерпателем Берджи. В лаборатории из пробы отбиралась колонка ила в стеклянные трубки. Трубки с илом и без ила (контроль) заполнялись водой (рис. 1), закрывались резиновыми пробками и выдерживались в вертикальном положении в темноте при комнатной температуре около месяца, чтобы частично восстановить первоначальную структуру ила, которая была разрушена при отборе и наполнении трубок водой. После этого вода в трубках аэрировалась слабым током воздуха. Затем в опытные и контрольные трубки добавляли по 25—30 мл суспензии водорослей, меченных ^{14}C , и, осторожно перемешав воду, отбирали по 10 мл этой суспензии для определения исходного содержания меченых карбонатов. Последние определяли путем отгонки из подкисленного раствора в щелочь (0.1 н. КОН без уголекислоты). Затем трубки подключали к поглотителям с 0.1 н. щелочью, а поглотители в свою очередь подключали к водоструйному насосу (рис. 1) и в трубке создавался слабый вакуум. Воздух, поступая по капилляру, аэрировал слой воды над илом, тем самым достигались аэробные условия.

Минерализация органических компонентов клеток водорослей в опытных трубках с иловыми отложениями происходит значи-

тельно интенсивнее, чем в контроле (вода без ила) (рис. 2). Максимальное выделение CO_2 наблюдалось на 4—5-й день после начала эксперимента. В последующие дни выделение углекислоты уменьшалось, затем снова несколько возрастало. По всей вероятности, в начале опыта интенсивность процесса разложения органического вещества меченых клеток водорослей до углекислоты как в опыте, так и в контроле определяется легкоокисляющими веществами. Анализ содержания $^{14}\text{CO}_2$ путем отгонки из проб ила показал, что около 30% меченой углекислоты, образующейся при распаде органического вещества водорослей, аккумулируется в илу. Всего за период наблюдения в опытах с иловыми отложениями минерализовалось до углекислоты около 45% органического вещества водорослей, тогда как в контроле — всего лишь на 30%.

Следовательно, огромное количество и большое разнообразие микроорганизмов, находящихся в иловых отложениях, способствует энергичному разрушению органических компонентов клеток водорослей.

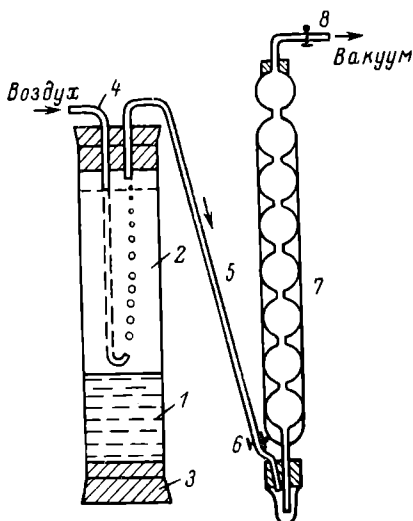


Рис. 1. Стеклоанальная трубка с поглотителем для анализа разложения водорослей.

1 — ил; 2 — вода; 3 — резиновая пробка; 4 — стеклянный капилляр; 5 — резиновый шланг; 6 — зажим; 7 — поглотитель с щелочью; 8 — резиновый шланг с зажимом, подключенный к вакууму.

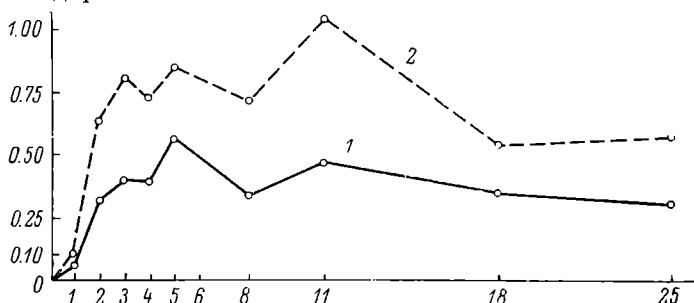


Рис. 2. Суточная динамика выделения $^{14}\text{CO}_2$ при бактериальном разложении меченых клеток водорослей.

1 — контроль, вода без ила; 2 — опыт, ил с водой. По оси ординат — количество выделившейся углекислоты, мг С/л; по оси абсцисс — время, сутки.

Вторая серия опытов была поставлена с целью выяснения, как быстро отмирают и минерализуются до углекислоты живые

клетки водорослей на свету и в темноте. В опыте использовался фитопланктон, состоящий из водорослей рода *Microcystis*.

В колбу, содержащую стерильную среду Успенского, вносили густую суспензию меченого фитопланктона. Среду инокулировали 10 мл воды, отобранной из Рыбиского водохранилища (ст. Коприно). Колбу подключали к поглотителю с 0.1 н. щелочью и продували слабым током очищенного воздуха. Исходное содержание органического углерода определяли методом мокрого сжигания Т. Фридемана и А. Кедалля [3] в модификации Ю. И. Со-

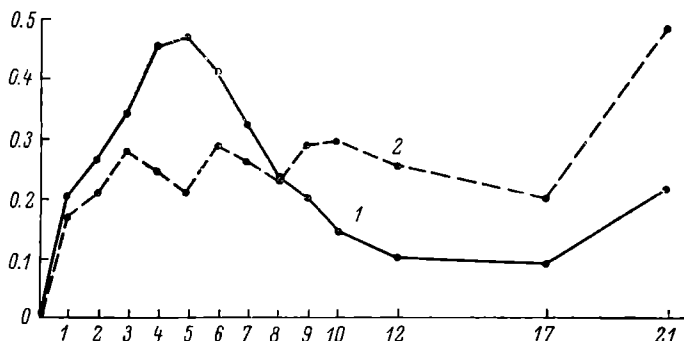


Рис. 3. Суточная динамика выделения $^{14}\text{CO}_2$ при бактериальном разложении меченых водорослей.

1 — на свету; 2 — в темноте. Остальные обозначения те же, что на рис. 2.

рокина [2]. Радиоактивность органических компонентов клеток водорослей просчитывали под торцовым счетчиком после сжигания 5 мл суспензии водорослей хромовой смесью и осаждения CO_2 10%-м BaCl_2 .

Из этих опытов (рис. 3) видно, что выделение $^{14}\text{CO}_2$ в процессе распада водорослей в темноте происходит интенсивнее, чем на свету. Это связано с тем, что на свету часть выделенной углекислоты вновь ассимилируется при фотосинтезе живыми клетками водорослей, а также в результате того, что в неблагоприятных условиях (в темноте) водоросли отмирают быстрее и подвергаются бактериальному воздействию. Интенсивное выделение углекислоты на свету в начале опыта можно объяснить, по-видимому, тем, что в процессе фотосинтеза выделяется растворенное органическое вещество, которое быстро окисляется микроорганизмами до C^{14}O_2 .

Таким образом, процесс минерализации живых клеток водорослей до углекислоты происходит интенсивнее в опытах с иловыми отложениями и в темноте, чем в воде без ила и на свету.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов С. И., Романенко В. И. Окислительно-восстановительный потенциал в поверхностных слоях иловых отложений озер различного типа. — ДАН СССР, 1963, 151, 3, с. 679—682.

2. Сорокин Ю. И. Химизм процесса водной редукции сульфатов. — Тр. Ин-та микробиол. АН СССР, 1954, 3, с. 21—34.
3. Frideman T. E., Kendall A. I. The determination of Carbon and carbon dioxide. — J. Biol. Chem., 1929, 82, p. 45—55.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н. А. Лаптева, С. И. Генкал

ФОРМЫ БАКТЕРИЙ, РАЗВИВАЮЩИХСЯ НА БЕДНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

В. И. Романенко [1] в лабораторных опытах показал, что гетеротрофные бактерии из водоема способны развиваться интенсивно на природной воде с очень малым содержанием органического вещества. Эти данные были подтверждены результатами наших опытов. Поэтому было интересно изучить под электронным микроскопом формы тех бактерий, которые быстро размножались на бедной естественной воде из Рыбинского водохранилища.

Чтобы наблюдать бактерии, растущие на природной воде, последнюю почти полностью освобождали от бактериальных клеток путем фильтрования через асбестовый фильтр по методике, описанной ранее [1]. Безбактериальная вода разливалась в колбы по 150 мл и стерилизовалась в автоклаве. В каждую из них вносили по 0.1 мл свежесобранной воды из разных пунктов Рыбинского водохранилища — Брейтово, Средний Двор, Наволок, Молога. Посевы инкубировались в термостате при 28°. Через 1, 5, 10, 30, 60 суток от начала опыта из колб отбирали по 5 мл среды и готовили препараты способом обрастания сеточек для электронной микроскопии по методу Хирша и Панкраца [2]. Бактерии фиксировали в парах формалина и высушивали. Препараты просматривались под электронным микроскопом при увеличении 2880× и 4400×. В результате было обнаружено, что на стерильной воде в массовых количествах размножались в основном однообразные формы бактерий из воды разных станций водохранилища.

Электронномикроскопические снимки (рис. 1, а, б) свидетельствуют о том, что основная масса бактерий в первые сутки развития представлена палочковидными и кокковидными видами. Последние особенно характерны для микрофлоры со ст. Брейтово. При засеве воды со ст. Наволок было обнаружено много мелких кокковидных бактерий, среди которых находились редкие скопления крупных кокков, а также отдельные палочковидные клетки (рис. 1, в). Через 5 дней роста наблюдали развитие стебельковых бактерий (*Caulobacter*) (рис. 1, б, г). В микрофлоре ст. Наволок отмечены слегка изогнутые формы с электронноплотными включениями (рис. 1, д). Эти бактерии активно размножались в течение

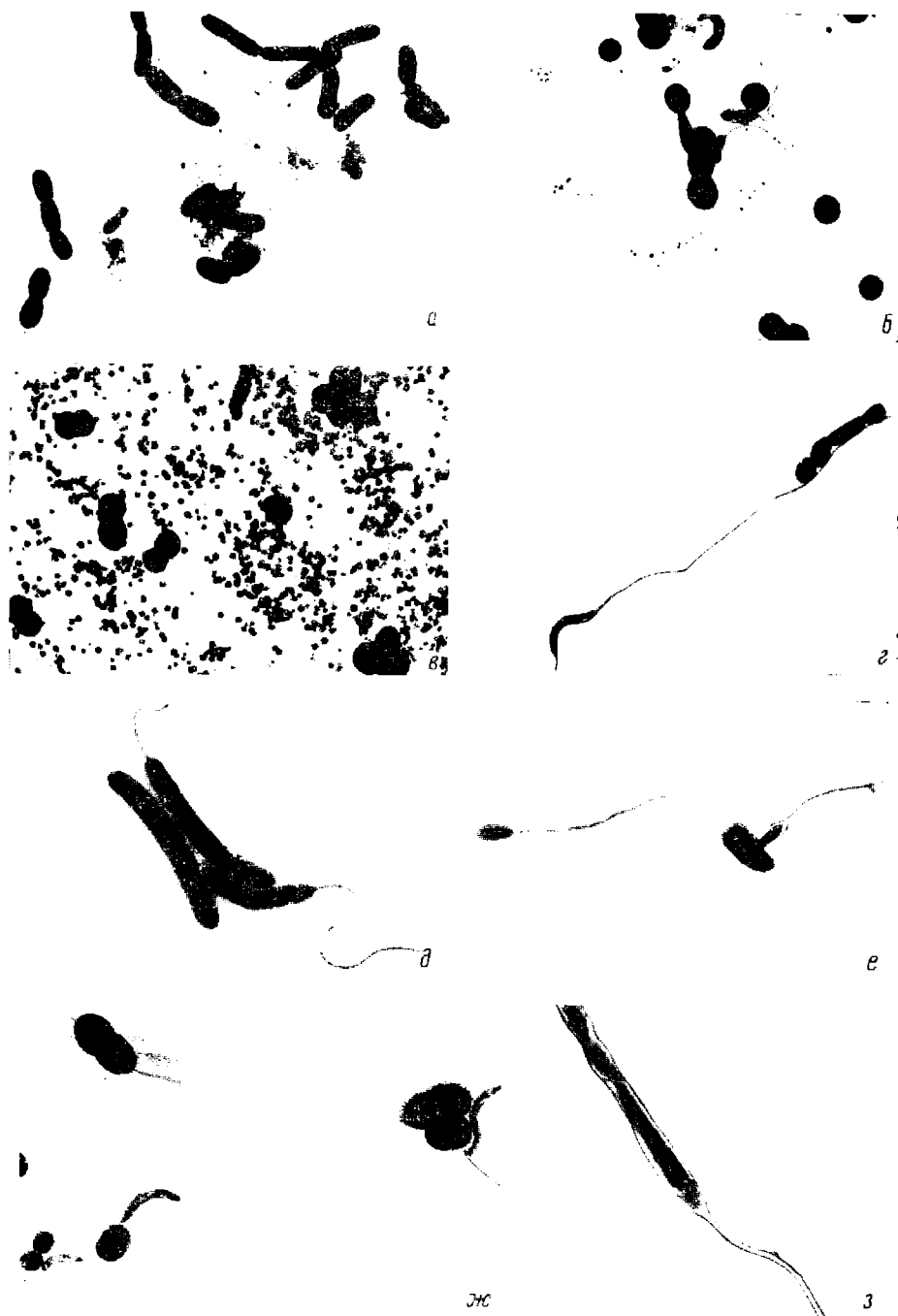


Рис. 1. Домпнирующие формы бактерий при развитии естественной микрофлоры на безбактериальной среде.

Объяснение условных обозначений см. в тексте.



Рис. 2. Название то же, что и под рис. 1.
Объяснение условных обозначений см. в тексте.

60 дней. Наиболее разнообразные морфологические формы бактерий были отмечены на 10-й день. В опытах с водой со станций Брейтово и Средний Двор встречались *Bdellovibrio* (рис. 1, е, ж). В больших количествах в воде исследованных станций обнаружены различные формы *Caulobacter* (рис. 1, ж, з; рис. 2, а—в). Спириллообразные бактерии (возможно из рода *Caulobacter* — рис. 2, г) развивались в колбах, засеянных водой со станций Брейтово, Средний Двор и Наволок. Через 30—60 дней *Caulobacter* и спириллы доминировали в посевах со станций Брейтово и Средний Двор. В опытах с водой со станций Молога и Наволок в массовых количествах присутствовали длинные толстые палочки, как правило, соединенные в цепочки (рис. 2, а). В этот же период большинство бактерий находилось в крупных скоплениях в полуразрушенном состоянии. Особенно это характерно в опытах с микрофлорой станций Молога и Наволок.

Таким образом, при исследовании под электронным микроскопом установлено, что бактерии с разных станций Рыбинского водохранилища очень интенсивно размножаются на среде с малым содержанием органического вещества и в некоторой степени различаются по своей морфологии. Тем не менее обнаружены и общие формы из рода *Caulobacter* и спириллоподобные бактерии, которые на 30—60-й день доминировали в посевах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко В. И. Размножение бактерий на природной воде. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 17, с. 5—7.
2. Hirsch P., Pankrat H. Study of bacterial populations in natural environments by use of submerged electron microscope grids. — Allgem. Microbiol., 1970, 10, 8, s. 589—605.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. И. Саралов

ФИКСАЦИЯ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА В ГРУНТАХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В 1969—1970 гг. американскими исследователями [6] для определения фиксации молекулярного азота микроорганизмами в илах озер Флориды был применен ацетиленовый метод. Ими было показано, что интенсивная фиксация азота идет в слоях от 0 до 50 см и колеблется от 0.33 до 59 мгN на 1 г донных отложений за 1 час. Сезонная динамика процесса не исследовалась. В навигационный период 1973 г. через каждые 2 недели нами прово-

дилось определение фиксации N_2 микроорганизмами в грунтах Рыбинского водохранилища. В работе использован ацетиленовый метод в модификации Харди с соавторами [5]. Вариант метода газохроматографического анализа, применяемый нами и проверенный при работе с азотфиксирующими микроорганизмами, описан ранее [3].

Анализы проводили на 6 стандартных станциях, а также в приплотинной части водохранилища, Моложском и Шекснинском плёсах. Пробы грунтов отбирали трубчатым стратометром. Из колонки ила брали 3 слоя (0—2, 2—10, 10—20 см) и из каждого готовили интегрированные пробы. На станциях с плотным песчаным или торфянистым грунтом анализировали только поверхностный горизонт до глубины 10 см. По 10—15 мл ила из каждого слоя помещали в склянку объемом 41 мл, которую заполняли газовой смесью, состоящей из 90% аргона и 10% ацетилена. При анализе верхнего слоя пла с учетом более высокого окислительно-восстановительного потенциала в нем [2] в газовую смесь вводили около 20% кислорода. Пробы инкубировали в баке с проточной водой из водохранилища. Через 12—14 час. их фиксировали 2 мл сулемы. В лаборатории из склянок отбирали по 0.5 мл газа на хроматографический анализ, и по количеству образовавшегося этилена оценивали азотфиксацию в каждой пробе.

По результатам было установлено, что фиксация азота в различных грунтах водохранилища в навигационный период колеблется от 0.3 до 28 мгN на 1 м² в сутки. Наиболее интенсивно про-

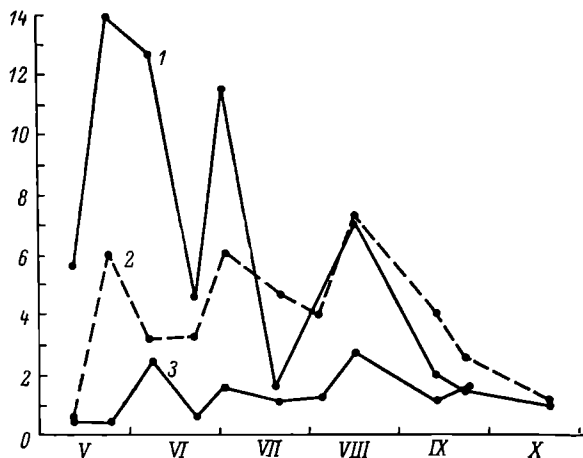


Рис. 1. Динамика фиксации азота в грунтах Рыбинского водохранилища.

1 — ст. Мякса; 2 — ст. Коприно; 3 — ст. Наволок. По оси ординат — интенсивность фиксации азота, мг N на 1 м² в сутки; по оси абсцисс — время анализа, месяцы.

цессы идут в серых илах на ст. Мякса, слабее в песках на ст. Коприно и очень слабо в малозаиленных и торфянистых грунтах на ст. Наволок (рис. 1). Известно, что органическое вещество серых илов состоит на 10—20% из фракции, легко усвояемой

микроорганизмами, а торфянистых — из трудно минерализуемого лигнинно-гумусового комплекса с высоким отношением C/N, равным 33—39 [1]. Соответственно фиксация в серых илах протекает в 5 раз интенсивнее, чем в торфянистых. Однако независимо от места расположения станций и характера грунтов в исследуемый период наблюдается приблизительно сходная динамика азотфиксации. Наименьшие величины процесса отмечены в начале мая и октябре, что несомненно обусловлено низкой температурой — около 5°. Интенсивная фиксация азота весной, возможно, опре-

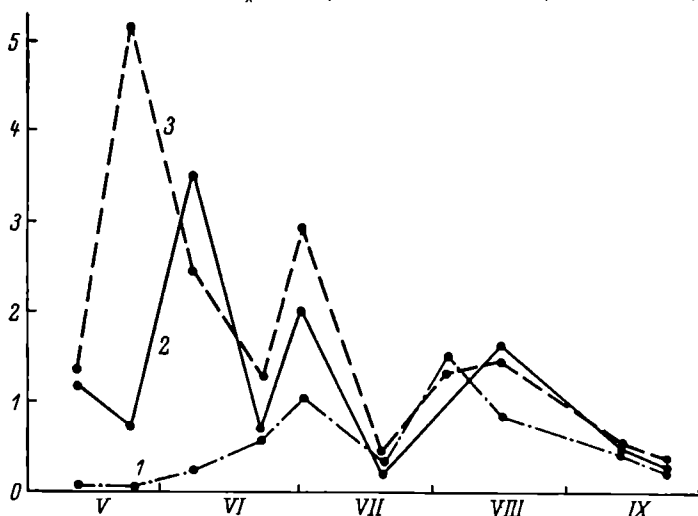


Рис. 2. Динамика фиксации азота на ст. Мякса по глубине колонки ила.

1 — 0–2 см; 2 — 10 см; 3 — 10–20 см. По оси ординат — интенсивность фиксации азота, мг N на 1 мл ила в час; по оси абсцисс — время анализа, месяцы.

деляется запасами органического вещества, поступившего в грунты в предыдущем вегетационном периоде, и активизацией бактериальных процессов при прогреве водоема до 12–16°. В лабораторных опытах нами было показано, что при повышении температуры ила, отобранного из водохранилища в феврале, с 2 до 25° азотфиксация увеличивается в 6 раз и по величине соответствует весеннему максимуму. При поступлении органического вещества отмершего фитопланктона в донные осадки интенсивная фиксация отмечается в начале июля и в августе.

Вероятно, температура и наличие органического вещества изменяют соотношение темпов фиксации N_2 по глубине колонки ила (рис. 2). В слое 12–20 см анаэробная фиксация свободного азота особенно интенсивна весной при прогреве водоема. Аэробная азотфиксация в поверхностном слое ила активизируется по мере

поступления автохтонного вещества. В августе она может составлять 30% от общей суммы фиксированного N_2 под 1 м² грунта. В целом же фиксация азота в анаэробных условиях определяет ход сезонной динамики.

По результатам анализов илов различных участков водохранилища и данным В. П. Курдина [1] о площадях этих участков нами рассчитано количество фиксированного в них молекулярного азота в среднем за навигационный период (см. таблицу).

Фиксация N_2 в грунтах Рыбинского водохранилища
в мае—сентябре 1973 г.

Характер грунта	Участки	Площадь, км ²	Фиксация N_2	
			мг N на 1 м ² в сутки	т N на площадь за 150 суток
Слабозаиленная почва	Наволоч	2502	1.29	484
Торфянистый ил	Измайлово	705	1.44	153
Илистый песок	Противье, Брейтово	910	2.58	352
Песчаный серый ил . . .	Коприно, Средний Двор	182	4.34	119
Переходный ил	Молога	69	5.90	61
Серый ил	Волково, Мякса	182	6.93	189
Всего		4550	1.99	1358

Примечание. Расчеты произведены на площадь водохранилища при НПГ.

Азотфиксация наименее интенсивна в восточной части Центрального плёса, в 2—3 раза больше в речных плёсах, где илы сформировались главным образом за счет аллювиальных наносов, и максимальна в местах отложений серого ила местного происхождения. Слабозаиленные почвы занимают 55% площади, но вклад их в азотфиксацию по водоему составляет не более 36%. В целом по водохранилищу в грунтах с мая по сентябрь фиксировано 1358 т свободного азота при средней интенсивности 2 мг N на 1 м² в сутки. Это составляет 12% от среднегодового накопления азотистых соединений в грунтах водохранилища [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Курдин В. П. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. — Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, 1 (4), с. 25—37.
2. Романенко В. И. Характеристика микробиологических процессов образования и разрушения органического вещества в Рыбинском водохранилище. — В кн.: Продуктивное и круговорот органического вещества во внутр. водоемах. М.—Л., «Наука», 1966, с. 133—153.
3. Саралов А. И., Костяев В. Я. Действие света на фиксацию молекулярного азота синезеленой водорослью *Naplosiphon fintinalis*. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод. АН СССР, 1974, 25 с.

4. Т р и ф о н о в а Н. А. О накоплении соединений азота в донных отложениях Рыбинского водохранилища. — В кн.: Круговорот веществ и энергии в озерных водоемах. М., «Наука», 1967, с. 118—123.
5. H a r d y R. W. F., H o l s t e n R. D., J a c k s o n E. K., B u r n s R. C. The acetylene-ethylene assay for N_2 fixation: laboratory and field evaluation. — Plant. Physiol., 1968, 43, 8, p. 1185—1207.
6. К е и р н М. А., B r e z o n i k R. W. Nitrogen fixation by bacteria in lake Mize, Florida and in some lacustrine sediments. — Limnol. Oceanogr., 1971, 16, 5, p. 720—731.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И. М. Б а л о н о в

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И СВЕТА НА МИГРАЦИИ *SYNURA PETERSENI* KORSCH. (*CHRYSOPHYTA*)

О. В. Троицкая [3], Х. Утермёль [9], Ф. Руттнер [6] и Р. Вайман [10] показали, что вертикальные миграции ряда видов водорослей в значительной степени определяются интенсивностью света, в то время как В. Кригер [4] и Д. Шиллер [8] отмечали связь этого процесса с изменениями температуры воды.

Цель работы — выяснение влияния этих 2 факторов на колонии *Synura petersenii* Korsch., которые нередко встречаются в прудах, болотах, озерах и водохранилищах, иногда вызывая «цветение» воды [1, 2].

В апреле 1972 и 1973 гг. в одном из болот прибрежной зоны Рыбинского водохранилища наблюдалось значительное развитие *S. petersenii* — $5.6 \cdot 10^5$ колонии на 1 л воды. Идентификация видов была проведена по фотографиям кремниевых чешуек, полученным с помощью электронного микроскопа Tesla-613. Другие водоросли в это время были немногочисленны. Температура воды в период наблюдения за водоемом сильно снижалась за ночь и повышалась днем, изменяясь от 2 до 17°, рН колебалась в пределах 6.8—7.3, цветность составляла 120°. Во время максимума развития этой водоросли (1972 г.) вода не имела запаха, через несколько дней она приобрела заметный запах герани, а затем — рыбьего жира. Подобное явление нередко наблюдается в период массового развития водорослей этого рода [1, 2, 5].

Вода, взятая из болота, перед постановкой опыта тщательно взбалтывалась и помещалась в мерный цилиндр объемом 250 мл, оклеенный черной бумагой, в средней части которого по окружности была оставлена щель высотой 20 мм.

В качестве источника света мы использовали 4 осветителя ОИ-19, сфокусированных на щель цилиндра. Освещенность, создаваемая каждым ос-

ветителем, измерялась люксметром, а затем суммировалась. После 30 мин. экспозиции из освещенной области отбирались пробы по 5 мл, фиксировались и просчитывались на камере «Учинская» объемом 0.01 мл. Постоянная температура поддерживалась с помощью климатического шкафа Feutron (ГДР). Опыты ставились при освещенности 100, 500, 1000, 2500, 5000 и 10000 лк. Контрольный цилиндр был такого же объема, какой применялся для опытов, но был полностью оклеен черной бумагой. Вместе с помещенной в него пробой воды он выдерживался при той же температуре, что и освещаемый. Пробы отбирались сифоном параллельно из обоих цилиндров с одного горизонта.

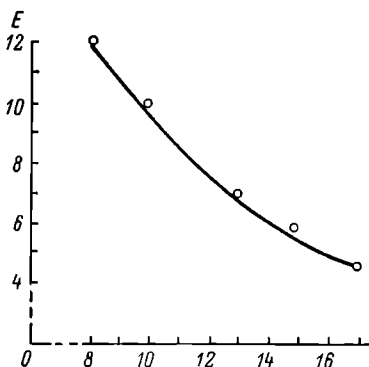
В результате эксперимента выяснилось, что в контрольном затемненном цилиндре на протяжении всех опытов количество колоний в горизонте отбора проб практически не менялось (см. таблицу).

Влияние температуры и интенсивности освещения на распределение *Synura petersenii* в опытных цилиндрах (колоний на 1 мл)

Температура, °C	Тип цилиндра	Освещенность, лк					
		100	500	1000	2500	5000	10000
10	Освещаемый	825	970	1024	423	362	238
	Затемненный	571	543	552	544	579	588
17	Освещаемый	911	994	512	407	325	206
	Затемненный	550	563	543	574	529	556

В освещенном цилиндре при температуре 10° колонии особенно быстро концентрировались при 1000 лк, в то время как освещенность 2500, 5000 и 10000 лк для них оказалась слишком сильной и они мигрировали из этой области. С повышением температуры до 17° картина менялась. Водоросли достигали наибольшей численности при 500 лк, в то время как при освещенности уже в 1000 лк их было меньше, чем в контроле. Данные этого опыта говорят о том, что *Synura* предпочитает район с освещенностью 100—1000 лк, и на ее перемещение влияют свет и температура.

Учитывая это, мы провели по описанной выше методике опыт с целью выяснения изменения оптимального освещенности в зависимости от температуры. Однако при этом были взяты меньшие интервалы температуры и освещенности (см. рисунок). По полученным результатам, с помощью ЭВМ Минск-22, было выведено



Зависимость оптимальной освещенности для *Synura petersenii* от температуры воды.

По оси ординат — освещенность водного слоя, $1 \cdot 10^2$ лк; по оси абсцисс — температура водного слоя, °C.

для интервала температуры воды 8—17° уравнение регрессии между температурой и оптимальной освещенностью.

$$E = 27923 \cdot t^{\circ-1.4},$$

где E — оптимальная освещенность водного слоя, лк, t° — температура воды, °С. Корреляционное отношение между этими величинами $r=0.85$.

Из уравнения следует, что в период исследования повышение температуры на 1° вызывало снижение оптимума освещенности на 10%.

С изменением оптимума освещенности возможно связан тот неоднократно наблюдавшийся факт, что при повышении температуры в водоемах *Synura*, избегая избыточного освещения, уходит в более глубокие и холодные слои с меньшей освещенностью [5, 7, 8].

Полученные результаты помогают понять причины, обуславливающие вертикальное распределение *Synura*, и позволяют определить необходимые условия для культивирования этих водорослей.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гусева К. А. Условия массового развития и физиология питания *Synura*. — Микробиол., 1935, 4, с. 24—44.
2. Гусева К. А. Цветение воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним. — Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1952, 4, с. 3—93.
3. Троицкая О. В. О вертикальных миграциях *Uroglenopsis americana* (Calk.) Lemm. — Русск. гидробиол. ж., Саратов, 1925, 4, с. 177—184.
4. Kriege W. Zur Biologie des Flussplanktons. Untersuchungen über das Potamoplankton des Havelgebietes. — Pflanzenforschung., 1927. 10, S. 1—66.
5. Pankow H. Bemerkungen zur Ökologie von *Synura uvella* E. — Österr. bot. Z., 1963, 110, S. 410—416.
6. Ruttner F. Das Plankton des Lunzer Untersees, seine Verteilung in Raum und Zeit während der Jahre 1908—1913. — Internat. Rev. ges. Hydrobiol., 1930, 23, S. 161—287.
7. Tilzer M. Diurnal periodicity in the phytoplankton assemblage of a high Mountain lake. — Repr. Limnol. Oceanogr., 1973, 18, p. 15—30.
8. Schiller J. Der thermische Einfluss und die Wirkung des Eises auf die planktische Herbstvegetation in den Altwässern der Donau bei Wien nach regelmässigen Beobachtungen von Oktober 1918 bis Ende 1925. — Arch. Protistenkunde, 1926, 56, S. 1—62.
9. Utermöhl H. Die Besiedlung ostholsteinischer Seen mit Schwebpflanzen. — Arch. Hydrobiol., 1925, 5, S. 1—527.
10. Weimann R. Hydrobiologische und hydrographische Untersuchungen an zwei teichartigen Gewässern. — Beih. Bot. Centralbl., 1934, 51, S. 397—476.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

**ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЯДЕРНОГО КОМПОНЕНТА
В ОНТОГЕНЕЗЕ ДВУХ ВИДОВ РОДА
COSCINODISCUS EHR.**

Одна из особенностей диатомовых водорослей выражается в уменьшении размеров клеток в ходе вегетативного размножения. По достижении некоторого предела клетки становятся способными к образованию ауксоспор, за счет роста которых их размеры восстанавливаются [2, 10].

В клетках диатомовых, в особенности у представителей более древнего класса *Centrophyceae*, различаются 2 компонента: постенная цитоплазма с хлоропластами и не содержащее хлоропластов цитоплазматическое тело, которому принадлежит ядро. Эти комплексы были обозначены соответственно как «колония хлоропластов» и ядерный компонент. Отмеченные выше изменения размеров клеток характеризуют изменения размеров «колонии хлоропластов», которая выстилает внутреннюю поверхность панциря. Настоящее исследование было проведено с целью выяснить, изменяются ли размеры ядерного компонента в онтогенезе диатомовых.

В качестве объектов исследования были выбраны *Coscinodiscus janischii* A. S. и *C. granii* Gough. Эти виды удобны в том отношении, что ядерный компонент в их клетках на протяжении большей части клеточного цикла прилегает к центральной зоне эпитеки и при рассмотрении со створки имеет очертание более или менее правильного круга, что делает возможным измерение его диаметра. В ходе клеточного цикла размеры ядерного компонента, очевидно, не остаются постоянными, так как после каждого деления он должен дорасти до определенных размеров, прежде чем перейти к следующему делению. Чтобы измерения были приурочены к определенному моменту клеточного цикла, для промеров отбирались двойные клетки, еще соединенные ободками материнского панциря, но в которых ядерный компонент уже расположен у центра эпитеки каждой дочерней клетки.

Водоросли выращивали в альгологически чистых клоновых культурах по описанной ранее методике [4]. Перед измерением клетки помещали на сутки в уксуснокислый кармин, который окрашивает цитоплазму ядерного компонента в розовый цвет. Измерения диаметра клеток и ядерных компонентов производили как по ходу вегетационного роста клона, так и в период ауксоспорообразования. Каждый раз измеряли по 10 клеток.

В результате измерений клеток и ядерных компонентов по ходу вегетативного роста клонов обнаружилось, что у обоих видов с уменьшением размеров клеток уменьшается и диаметр ядерного компонента (табл. 1). Однако диаметр ядерных компонентов изменяется медленнее, чем диаметр клеток. Так, у *C. jani-*

schii диаметр клеток за весь период наблюдений уменьшился в 2.7, а диаметр ядерного компонента только в 1.8 раза. У *C. granii* аналогичные показатели составили соответственно 3.7 и 1.9. Эти данные позволяют заключить, что размеры ядерного компонента

Т а б л и ц а 1

Изменения диаметра (мкм) клеток (D) и ядерных компонентов (\varnothing) по ходу вегетационного роста клонов *Coscinodiscus janischii* и *C. granii*

<i>C. janischii</i>		<i>C. granii</i>	
D	\varnothing	D	\varnothing
335 \pm 7.7	30.3 \pm 2.6	166 \pm 4.1	21.5 \pm 0.8
257 \pm 2.5	24.9 \pm 3.1	128 \pm 3.1	16.7 \pm 1.5
188 \pm 3.3	20.3 \pm 0.6	75 \pm 3.3	13.2 \pm 0.9
124 \pm 2.9	17.1 \pm 0.2	45 \pm 1.2	11.5 \pm 0.6

находятся в определенном, хотя и не прямо пропорциональном соответствии с размерами клетки, а точнее «колонии хлоропластов».

В период аукоспорообразования наблюдается обратный процесс: увеличение размеров клеток сопровождается увеличением диаметра ядерного компонента (табл. 2). Но и в этом случае раз-

Т а б л и ц а 2

Изменения диаметра (мкм) клеток (D) и ядерных компонентов (\varnothing) в культурах *Coscinodiscus janischii* и *C. granii* в период аукоспорообразования

	<i>C. janischii</i>		<i>C. granii</i>	
	D	\varnothing	D	\varnothing
Старые клетки	170 \pm 4.5	19.4 \pm 0.8	51 \pm 1.6	9.2 \pm 0.8
Молодые клетки . . .	287 \pm 28.0	26.6 \pm 4.2	136 \pm 4.6	16.6 \pm 1.8

меры ядерного компонента изменяются в более узких пределах, чем размеры клеток. У *C. janischii* средний диаметр клеток увеличился в 1.7, а диаметр ядерного компонента в 1.4 раза. У *C. granii* клетки в ходе аукоспорообразования стали крупнее в 2.7, а ядерные компоненты в них — только в 1.8 раза.

Таким образом, в онтогенезе рассматриваемых видов закономерно изменяются не только размеры клеток, но и размеры ядерного компонента в них.

Полученные данные позволяют на новой основе обсудить вопрос о причинах образования ауксоспор у диатомовых водорослей, который широко дискутировался ранее [1, 5, 6, 8]. Здесь, как и в любом другом биологическом явлении, следует различать причины исторические и непосредственные. С исторической точки зрения ауксоспоры можно рассматривать как проявление в онтогенезе современных видов более ранней ступени филогенеза, когда предки диатомовых еще не имели кремнеземного панциря. Панцирь диатомовых устроен таким образом, что воспроизведение его в ряду последовательных делений клеток ведет к постепенному уменьшению его размеров. Необходимость восстановления размеров клеток и обусловлено сохранение в онтогенезе способной к росту беспанцирной формы. У некоторых пенинатных видов благодаря особенностям строения панциря клетки не изменяются в размерах [2, 9]. У этих видов отсутствует и образование ауксоспор.

Основной непосредственной причиной образования ауксоспор следует считать успешно завершающийся половой процесс, так как зигота сразу же превращается в ауксоспору [9]. Установлено, что переход от вегетативного размножения к половому воспроизведению связан с уменьшением размеров клеток до определенного предела [7]. Связь полового процесса с клетками определенных размеров указывает на наличие внутренних причин перехода к репродуктивной фазе. Такими причинами могут быть или уменьшение размеров ядерного компонента до некоторого предела, или же связанное с этим изменение соотношения масс ядерного компонента и «колонии хлоропластов» и, следовательно, изменение условий питания ядерного компонента. Так как размеры «колонии хлоропластов» изменяются быстрее, чем размеры ядерного компонента (табл. 1), то в более мелких клетках на единицу массы ядерного компонента приходится меньшая масса «колонии хлоропластов». Однако некоторые факты позволяют считать, что решающую роль в переходе к репродуктивному воспроизведению играют размеры самого ядерного компонента, а не соотношение с размерами «колонии хлоропластов». С уменьшением размеров клеток условия питания ядерного компонента должны ухудшаться, но образованию ауксоспор у *C. granii*, наоборот, благоприятствуют хорошие условия освещения, т. е. условия высокой обеспеченности клеток ассимилятами [3]. При этом клоны быстрее переходят к ауксоспорообразованию, и количество ауксоспор выше. Кроме того, в онтогенезе *C. granii* имеется несколько различных диапазонов размеров клеток, в которых наблюдается образование ауксоспор [4], т. е. половое воспроизведение может происходить при различном соотношении масс ядерного компонента и «колонии хлоропластов». Очевидно, половой процесс становится возможным и необходимым, когда в ходе вегетативного размножения клеток ядерный компонент исчерпает тот прирост, который он получил в предыдущем ауксоспорообразовании.

Уменьшение размеров ядерного компонента — необходимое, но не единственное условие перехода к половому воспроизведению. Такие внешние факторы, как температура и освещение, могут задержать этот переход, а иногда и полностью упразднить его [4, 7]. Условия окружающей среды должны обеспечить не только возможность образования гамет, но и оплодотворение, если вид не автогамный.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Персидский Б. М. Развитие аукоспор в группе *Centricae* (*Bacillariaceae*). — Бюлл. Гос. океаногр. ин-та, 1932, 10, с. 3—24.
2. Прошкина-Лавренко А. И. Биология диатомовых водорослей. Диатомовый анализ, кн. 1. Л., Госгеолиздат, 1949, с. 40—52.
3. Рошин А. М. Влияние условий освещения на образование аукоспор и скорость деления клеток *Coscinodiscus granii* Gough. — Физиол. растений, 1972, 19, 1, с. 180—185.
4. Рошин А. М., Лекамецва В. Н., Луценко Н. А. О жизненных циклах некоторых видов морских диатомовых водорослей в культурах. — Научн. докл. высш. школы. Биол. науки, 1973, 3, с. 75—79.
5. Кабичевский А. П. К биологии *Melosira baicalensis* (K. Meyer) Wisl. — Русск. гидробиол. ж., 1929, 8, 4—5, с. 93—113.
6. Троицкая Ю. В. К вопросу об образовании аукоспор у *Melosira varians* Ag. — Изв. Главн. ботан. сада РСФСР, 1925, 24, с. 46—60.
7. E r b e n K. Sporulation. — In: Physiology and biochemistry of algae. R. A. Lewin, ed. New York—London, Academic Press, 1962, p. 701—710.
8. F r i t s c h F. E. The structure and reproduction of the algae. Cambridge, University Press, 1935, 1, С. 1—792.
9. L e w i n J. C., G u i l l a r d R. R. L. Diatoms. — Ann. Rev. Microbiol., 1963, 17, p. 373—414.
10. M o r r i s I. An introduction to the algae. London, Hutschinson, 1967, с. 1—250.

Карадагское отделение
Института биологии
южных морей АН УССР

В. А. Э к з е р ц е в

О РАСТИТЕЛЬНОСТИ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В 1973 г. нами изучались зарастающие мелководья Саратовского водохранилища. Маршрутным обследованием была охвачена большая часть прибрежий этого водоема. Однако ввиду кратковременности полевых работ настоящее сообщение не может претендовать на полноту. Некоторые сведения о зарастании нижнего плёса имеются в работе Р. Д. Ивановой [1].

Процесс формирования нового растительного покрова мелководий Саратовского водохранилища протекает теми же путями,

что и у нижерасположенного Волгоградского. Но по ряду морфологических и гидрологических особенностей рассматриваемый водоем более благоприятен для быстрого зарастания его литорали гидрофитами. Высокий процент мелководных площадей, обилие островов, значительная изрезанность левобережья — все это привело к возникновению многочисленных защищенных от волнобоя биотопов, пригодных для существования прибрежно-водной и водной растительности. Другой фактор, способствующий нормальному развитию гидрофитов, — постоянство уровня. Суточные и недельные колебания, определяющиеся интенсивностью сброса вод Балаковской и Куйбышевской ГЭС, отмечены только в непосредственной близости от этих гидросооружений. Наконец, следующим условием, способствующим быстрому зарастанию мелководий, является сравнительно хорошая их обеспеченность зачатками водных растений. Дело в том, что при создании Саратовского водохранилища под затопление попала только пойма Волги и ее притоков. Надпойменные же террасы, занятые ксерофильной растительностью, почти не подвергались затоплению. В результате основные площади мелководий возникли на участках, где в непосредственной близости ранее существовали гидрофиты.

Волга в верховьях Саратовского водохранилища от плотины Куйбышевской ГЭС до Куйбышева практически осталась в своем русле, залив только часть пологих песчаных отмелей. На этом участке наблюдаются большие скорости течения и значительные суточные колебания уровня. Мелководное побережье практически не зарастает. Лишь в устье р. Сок и по ее затопленной пойме встречаются отдельные куртины *Eleocharis palustris*, *Typha angustifolia*, *Potamogeton perfoliatus* и *P. pectinatus*. Все эти виды не создают сомкнутого покрова, а растут отдельными экземплярами или рассеянными скоплениями.

На участке водохранилища от Куйбышева до Сызрани под затопление попали понижения волжских островов, пойм Волги и ее притока р. Чапаевки. В результате возникло множество мелководных протоков и заливов. Благодаря тому что подъем вод незначителен, растущая ранее в пойменных депрессиях и озерах гидрофильная растительность не погибла полностью, а явилась очагами расселения на вновь образовавшихся мелководьях. Все это способствовало быстрому их заселению. В настоящее время большие площади зарастающих мелководий имеются в районах островов Рождественский, Тушинский, Екатериновский и особенно по залитой пойме р. Чапаевки. На таких побережьях наблюдается довольно четкое поясное распределение растительности в зависимости от увеличения глубины. По границе зоны затопления и до 20 см расположен пояс гидрофильных (влаголюбивых) растений. Эта верхняя зона характеризуется чередованием периодов обводнения и обсыхания, связанным как с работой ГЭС, так и с сгонно-нагонными ветровыми колебаниями уровня.

Наиболее типичны для пояса гигрофитов взаимозамещающиеся ассоциации *Stachys palustris*+*Lysimachia vulgaris*, *Carex acuta*+*C. vesicaria*, *Typhoides arundinacea* (purum) и *Carex acuta* (purum).

За исключением осочников, указанные сообщества имеют зарослевую структуру и неравномерное сложение, для них характерно непостоянство флористического состава и большой процент случайных видов. Следующий пояс гидрофильных (полупогруженных) растений расположен на мелководьях с глубинами 20—60 см. Господствующими в нем являются взаимозамещающиеся ассоциации *Typha angustifolia*+*Eleocharis palustris*, *Typha angustifolia* (purum), *T. angustifolia*+*T. Laxmannii*, *T. Laxmannii*+*Bolboschoenus maritimus*.

Рогозники составляют основной фон зарастающих побережий. Это наиболее сформированные и самые распространенные сообщества, занимающие большие площади. Обычно они тянутся непрерывной полосой вдоль побережья. Со стороны водоема по границе зарослей рогоза часто присутствуют ассоциации амфибийных полупогруженных растений, представленные отдельными куртинами чистых зарослей *Sagittaria sagittifolia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Bolboschoenus maritimus*. Ширина пятен этих видов не превышает 2—5 м. Наконец, пояс погруженных растений расположен на глубинах 60—100 см. Слагающие его фитоценозы еще не заняли все доступные для них участки и продолжают интенсивно разрастаться. Обычно он представлен отстоящими друг от друга пятнами чистых зарослей *Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *P. lucens* и *Ceratophyllum demersum*. Группировки 2 последних видов встречаются иногда и на больших глубинах, чем остальные заросли. Пояс растений с плавающими на поверхности воды листьями на водохранилище еще не представлен. Ассоциации с господством этих видов характерны для более поздних стадий становления водохранилищ. К моменту наших работ среди погруженных группировок имелись лишь отдельные разреженные скопления *Polygonum amphibium*. Подобное закономерное чередование поясов местами нарушается. Это имеет место прежде всего в верховьях заливов, расположенных по затопленным осокорникам. По таким захламленным древесными остатками участкам мозаичные заросли *Typhoides arundinacea*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Bolboschoenus maritimus*, *Eleocharis palustris* чередуются без видимого изменения глубинных условий с зарослями *Ceratophyllum demersum* и *Potamogeton lucens*. В другом случае при резком уступообразном нарастании глубины имеется только пояс гигрофильных растений, представленный 2—3-метровой полосой сплошных зарослей *Carex acuta* или *Typhoides arundinacea*.

На участке водохранилища от Сызрани до устья р. Чагра под затопление уже попала большая часть поймы. Незалитыми остались лишь гривы, образовавшие цепь островов. Гидрофильная

растительность пойменных низин оказалась под мощным слоем воды и погибла, а мелководные участки, пригодные для ее произрастания, возникли на месте пойменных дубрав и суходольных лугов. В этом случае степень занятости биотопов, пригодных для гидрофитов, ниже, чем на предыдущем участке, кроме того, наблюдается несколько иной тип зарастания литорали. Пояс гидрофильных растений приурочен к тем же глубинам, что и на предыдущем отрезке водохранилища, но представлен уже ассоциацией *Carex riparia* (purum), занимающей большие площади зарастающих мелководий. Травостой этого сообщества обычно хорошо развит, сравнительно равномерно сложен, иногда среди сплошной полосы осочника встречаются куртины *Typhoides arundinacea*, *Typha latifolia* и *T. angustifolia*. Пояс полупогруженных растений имеется не всегда и занимает уже не ведущую роль в зарастании. Он состоит из разреженных зарослей *Typha angustifolia*. Группировки амфибийных растений *Sagittaria sagittifolia*, *Alisma plantago-aquatica* и *Eleocharis palustris* отсутствуют. Их иногда замещают одинокие куртины *Butomus umbellatus*. Пояс погруженных растений еще не сомкнулся и образован отдельными односоставными фитоценозами: *Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *P. lucens*, *Myriophyllum spicatum* и ассоциацией *Myriophyllum spicatum*+*Potamogeton lucens*. Заросли с господством *Ceratophyllum demersum* встречаются крайне редко.

На нижнем участке водохранилища от устья р. Чагра до плотины вся пойма Волги затоплена на большую глубину. Изредка в левобережье подпертые воды вышли на надпойменные террасы, залив их на небольшую глубину. На таких местах, а также по затопленным долинам рек Чагра и М. Иргиз возникли основные площади защищенных мелководий. Возникновение мелководий на участках, ранее занятых степными формациями, и отсутствие поблизости гидрофильной растительности привело к тому, что степень зарастания мелководий этой части водохранилища еще ниже, чем предыдущих. Большие площади побережий, особенно по рекам левобережья, еще не заняты растительностью. Значительные массивы зарослей имеются только по островам в устьях этих рек, в среднем участке залива по р. М. Иргиз и на левом берегу водохранилища близ Балаково. Растительность предплотинного плёса еще не закончила формирования, но уже намечилось 2 пояса. Первый пояс (гидрофильной) растительности представлен ассоциациями *Bolboschoenus maritimus* (purum) или *Bolboschoenus maritimus*+*Typha Laxmannii* и имеет зарослевой облик. Второй (гидрофиты) развит хорошо и состоит из ассоциаций *Typha Laxmannii* (purum), *T. angustifolia* (purum), *T. angustifolia*+*T. Laxmannii* и *Phragmites communis* (purum), преобладают чистые заросли рогоза узколистного, довольно часто в низовьях встречаются фитоценозы тростника. На большинстве зарастающих побережий этого участка пояс погруженной растительности еще не развился. Рдесты только начинают расселяться

на мелководьях. Здесь отмечены чистые куртины *Potamogeton lucens*, *P. crispus*, *P. perfoliatus* и *P. pectinatus*.

Таким образом, по начальным этапам зарастания литорали Саратовское водохранилище очень напоминает Волгоградское, но ввиду ряда специфических особенностей этого водоема процесс формирования гидрофильной растительности в нем происходит быстрее и степень зарастания его мелководий больше.

ЛИТЕРАТУРА

1. И в а н о в а Р. Д. Растительность зоны высокого подтопления и мелководий некоторых пунктов Саратовского водохранилища. — Тр. комплексн. экспед. Саратовск. ун-та по изуч. Волгогр. и Саратовск. водохр., 1973, 3, с. 65—69.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. А. Э к з е р ц е в, В. И. А р т е м е н к о

К ФЛОРЕ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В 1973 г. Институтом биологии внутренних вод АН СССР была организована ботаническая экспедиция на Саратовское водохранилище с целью обследования растительности и флористических сборов. При этом учитывались травянистые растения, отмеченные на мелководьях водоема. Растительность зоны подтопления не изучалась. Работы ограничились только одним месяцем, поэтому не могли охватить полностью всей береговой линии водохранилища. Тем не менее мы считаем необходимым опубликовать список видов, обнаруженных в зарастающей литорали на 5-м году существования Саратовского водохранилища, так как он может помочь дальнейшим исследованиям процесса формирования флоры и растительности этого водоема.

В зоне затопления было зарегистрировано 79 видов, относящихся к 29 семействам (в таблице указана принадлежность каждого вида к экологической группе, встречаемость на водохранилище и участие в структуре ассоциаций). Наибольшим числом видов представлены семейства *Cyperaceae*, *Gramineae*, *Potamogetonaceae*, *Labiatae*, *Polygonaceae*. Такое же последовательное распределение видов семейств, зависящее от их участия в составе флоры, наблюдается и на других волжских водохранилищах.

По способу сохранения почек возобновления в неблагоприятный период в Саратовском водохранилище преобладают геофиты и гелофиты (39%), а также гемикриптофиты (34%). Гидрофиты,

Виды	Экологические группы	Встречаемость	Участие в структуре ассоциаций
<i>Equisetum palustre</i> L.	ГГ	2	++
<i>E. fluviatile</i> L.	ГД	3	++
<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	ГДТ	1	+
<i>Ranunculus repens</i> L.	ГГ	1	+
<i>Thalictrum minus</i> L.	М	2	+
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	ГДТ	3	++
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	М	2	+
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	ГГ	2	+
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	М	2	+
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	ГГ	2	+
<i>Polygonum amphibium</i> L.	ГДТ	2	+
<i>P. scabrum</i> Moench	ГГ	3	+
<i>P. minus</i> Huds.	ГГ	3	+
<i>Euphorbia palustris</i> L.	ГГ	2	++
<i>Rorippa islandica</i> (Oeder) Borb.	ГГ	3	+
<i>R. brachycarpa</i> (C. A. Mey.) Woronow	ГГ	3	+
<i>Lythrum salicaria</i> L.	ГД	3	+
<i>L. virgatum</i> L.	ГД	3	+
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	ГДТ	3	++
<i>Levisticum officinale</i> Koch	М	1	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	ГГ	2	+
<i>Naumburgia thyrsiflora</i> (L.) Rechb.	ГД	2	+
<i>Gratiola officinalis</i> L.	ГД	3	++
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	ГДТ	1	+
<i>Symphytum officinale</i> L.	М	2	+
<i>Scutellaria hastifolia</i> L.	ГГ	2	+
<i>S. galericulata</i> L.	ГГ	3	+
<i>Stachys palustris</i> L.	ГД	3	+
<i>Lycopus exaltatus</i> L. fil.	ГГ	3	+
<i>L. europaeus</i> L.	ГГ	3	+
<i>Mentha arvensis</i> L.	ГГ	3	+
<i>Galium palustre</i> L.	ГГ	3	+
<i>G. volgense</i> Pobed.	ГГ	2	+
<i>Valeriana exaltata</i> Mikan	ГГ	2	+
<i>Xanthium strumarium</i> L.	М	3	+
<i>Bidens radiata</i> Thuill.	ГГ	2	+
<i>B. tripartita</i> L.	ГГ	3	+
<i>Butomus umbellatus</i> L.	ГД	3	+
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	ГД	4	+
<i>A. lanceolatum</i> Wither.	ГД	1	+
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	ГД	4	+
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	ГДТ	4	+++
<i>P. obtusifolius</i> Mert. et Koch	ГДТ	2	+
<i>P. berchtoldii</i> Fieb.	ГДТ	3	++
<i>P. crispus</i> L.	ГДТ	2	+
<i>P. perfoliatus</i> L.	ГДТ	4	+++
<i>P. lucens</i> L.	ГДТ	4	+++
<i>Iris sibirica</i> L.	ГГ	3	+
<i>I. pseudacorus</i> L.	ГД	3	+
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	ГДТ	2	+
<i>Lemna minor</i> L.	ГДТ	1	+
<i>Typha latifolia</i> L.	ГД	3	++
<i>T. laxmannii</i> Lepechin	ГД	3	+++

Виды	Экологические группы	Встречаемость	Участие в структуре ассоциаций
<i>T. angustifolia</i> L.	гд	4	+++
<i>Juncus atratus</i> Krocker	гг	2	++
<i>J. compressus</i> Jacq.	гг	4	+
<i>J. gerardii</i> Lois.	гг	1	+
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult.	гд	3	+
<i>E. uniglumis</i> (Link) Schult.	гд	2	+
<i>E. palustris</i> (L.) R. Br.	гд	4	++
<i>Scirpus lacustris</i> L.	гд	3	++
<i>S. tabernaemontanii</i> Gmel.	гд	3	++
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	гд	3	++
<i>B. compactus</i> (Hoffm.) Drob.	гд	3	++
<i>Carex colchica</i> J. Gay	гг	2	+
<i>C. vulpina</i> L.	гг	3	++
<i>C. contigua</i> Hoppe	гг	2	+
<i>C. vesicaria</i> L.	гд	3	++
<i>C. melanostachya</i> M. B.	гг	3	+
<i>C. riparia</i> Curt.	гд	3	++
<i>C. acuta</i> L.	гд	4	+++
<i>Phragmites communis</i> Trin.	гд	3	++
<i>Poa compressa</i> L.	гг	2	+
<i>P. palustris</i> L.	гг	3	+
<i>Beckmannia eruciformis</i> (L.) Host	гд	2	+
<i>Agropyron repens</i> (L.) P. B.	м	2	+
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	гд	3	+
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	м	3	+
<i>Typhoides arundinacea</i> (L.) Moench	гд	3	++

Примечание. м — мезофиты, гг — гигрофиты, гд — гидрофиты, гдт — гидатофиты; 1 — редко, 2 — изредка, 3 — часто, 4 — очень часто, + — сопутствующий, ++ — содоминант, +++ — доминант.

сохраняющие почки возобновления в толще воды, составляют 16%. Имеется небольшая группа терофитов (около 11%).

Многочисленны на водохранилище гигрофильные растения, насчитывающие 38% от всего состава; почти столько же насчитывается гидрофильных (36%), и, наконец, собственно водные — гидатофильные растения составляют только 16%. На мелководьях водохранилища отмечены и мезофиты (10%), оказавшиеся способными существовать в водной среде. Однако они относятся скорее к случайным, чем к характерным видам. Наиболее широкое распространение гигрофитов типично для всех волжских водохранилищ и объясняется специфическим режимом их уровня. Массовыми на водохранилище являются преимущественно гидрофиты и гидатофиты, такие как *Typha angustifolia*, *T. laxmannii*, *Sagittaria sagittifolia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Stachys palustris*, *Lysimachia vulgaris*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*, *P. berchtoldii*, *P. perfoliatus*, *P. lucens*, *P. crispus*, *Eleocharis palustris*, *Bolboschoenus maritimus*, *Carex*

acuta, *C. vesicaria*, *C. riparia*, *Phragmites communis*, *Typhoides arundinacea* и др.

На мелководьях водохранилища прослежена некоторая приуроченность ряда видов к определенным его участкам. Так, в нижних плёсах чаще, чем в верхних, встречаются *Phragmites communis*, *Scirpus tabernaemontanii*, *S. lacustris*, *Butomus umbellatus*, *Potamogeton pectinatus* и *P. berchtoldii*. Наоборот, значительно реже в сравнении с верхними участками можно обнаружить *Ceratophyllum demersum*, *Typhoides arundinacea*, *Carex acuta*. Не отмечены нами на мелководьях Саратовского водохранилища *Cicuta virosa*, *Sium latifolium*, *Lemna trisulca* и ряд болотных видов, которые весьма обычны на искусственных водоемах Верхней Волги.

При сравнении флоры Саратовского водохранилища со списком видов Шекснинского, составленным также по разовому обследованию на 6-м году его существования, можно отметить, что флора этих водоемов насчитывает всего 35 общих видов и коэффициент их общности составляет только 26% (по Жакару). Здесь, по-видимому, сказывается влияние климатических факторов, поскольку водохранилища расположены в разных географических зонах: Шекснинское — в лесной, а Саратовское — в степной. Вместе с тем коэффициент общности видового состава Иваньковского и Угличского водохранилищ, расположенных в одной географической зоне, достигает 60—70%.

По экологическим группам коэффициент общности флоры Саратовского и Шекснинского водохранилищ составляет для гидатофитов 40%, гидрофитов — 32,6, гигрофитов — 20, мезофитов — менее 1%.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Т. М. В л а д и м и р о в а, Л. М. С е м е н о в а,
А. В. М о н а к о в

ЗООПЛАНКТОН РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1968—1970 гг.

В 1968—1970 гг. на Рыбинском водохранилище производились ежемесячные стандартные сборы зоопланктона на 6 постоянных станциях, начатые еще в 1955 г. [1, 3]. На основании этих сборов выявлены распределение зоопланктона по водохранилищу и его состав, а также получены величины средней численности и биомассы.

Как и в прежние годы [2, 4] массовыми видами зоопланктона открытой части водохранилища были *Daphnia longispina*, *Bosmina coregoni*, *Mesocyclops leuckartii*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra vulgaris*, *Conochilus unicornis*, *Synchaeta* sp. Они составляли 80—90% численности всего зоопланктона. Кроме перечисленных видов, в летнем

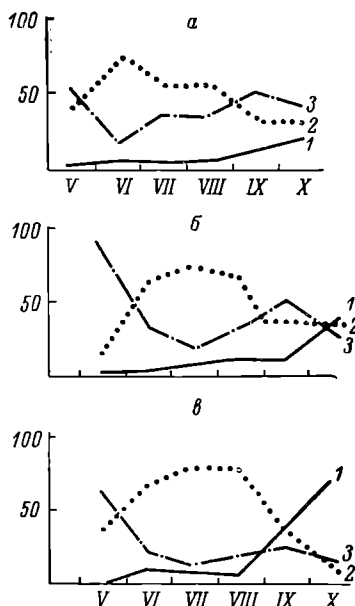


Рис. 1. Численность групп зоопланктона в 1968 (а), 1969 (б) и 1970 гг. (г).

1 — Cladocera; 2 — Rotatoria; 3 — Copepoda. По оси ординат — численность, %; по оси абсцисс — месяцы.

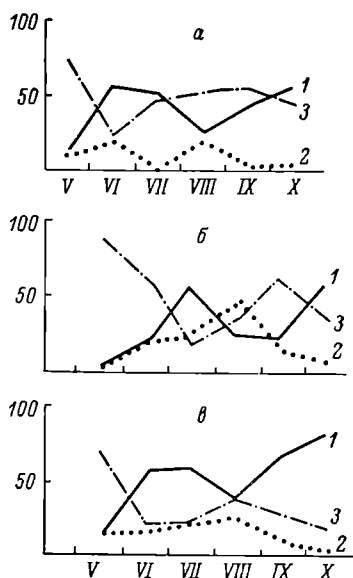


Рис. 2. Биомасса отдельных групп зоопланктона.

По оси ординат — биомасса, %. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

планктоне постоянно и часто в значительном количестве встречались велигеры дрейссены.

Характерной чертой планктона Рыбинского водохранилища, как и в предшествующие годы, следует считать численное преобладание коловраток в течение всего вегетационного сезона — 37—77% от суммарной численности. Копеподы преобладают, но только ранней весной, в мае, когда встречаются преимущественно их науплиальные и копеподитные стадии, составляющие 60%. Наименее многочисленны в планктоне Рыбинского водохранилища кладокеры — 1—10% от общей численности планктонных животных (рис. 1).

При сопоставлении биомасс отдельных групп зоопланктона намечается обратное их соотношение: при низкой численности кладокер в течение 3 исследуемых лет они преобладают по био-

массе, которая в отдельные месяцы, преимущественно в сентябре—октябре, составляет 60—80% от общей биомассы. Копеподы создают высокую биомассу в мае — до 80%. Самая низкая биомасса в течение всего вегетационного сезона у многочисленных, но мелких по размерам коловраток (рис. 2).

При сравнении численности и биомассы отдельных групп зоопланктона становится очевидной их однотипность и неизменная повторяемость с незначительными отклонениями в отдельные годы. В течение вегетационных сезонов сохраняется стабильность состава зоопланктона и соотношение его групп: по численности доминируют коловратки, по биомассе — кладоцеры, промежуточное положение занимают копеподы.

В 1968 и 1970 гг. кривые сезонной динамики численности и биомассы зоопланктона в целом по водохранилищу, как и в предыдущие годы, имеют двувёршинный характер с максимумами в весенне-летний и летне-осенний периоды и с депрессией в июле.

В 1969 г. наступление массового развития и размножения отдельных видов было сдвинуто на более поздние сроки, в связи с этим кривые сезонной численности и биомассы зоопланктона в целом носят одновершинный характер с максимумами в июле (рис. 3).

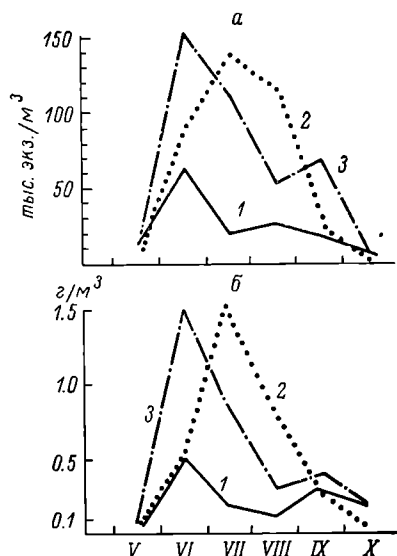


Рис. 3. Общая численность (а) и биомасса (б) зоопланктона.

1 — 1968 г.; 2 — 1969 г.; 3 — 1970 г.
По оси абсцисс — месяцы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л у ф е р о в а Л. А., М о н а к о в А. В. Зоопланктон Рыбинского водохранилища в 1956—1963 гг. В кн.: Планктон и бентос внутр. водоемов, М.—Л., «Наука», 1966, с. 40—56.
2. М о н а к о в А. В. Зоопланктон Волжского участка Рыбинского водохранилища. — Тр. биол. ст. «Борок», 1958, 3, с. 214—226.
3. М о р д у х а й - Б о л т о в с к а я Э. Д. Материалы по распределению и сезонной динамике зоопланктона Рыбинского водохранилища. — Тр. биол. ст. «Борок», 1955, 2, с. 108—125.
4. Р ы б и н с к о е водохранилище и его жизнь. Л., «Наука», 1972, с. 176—193.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

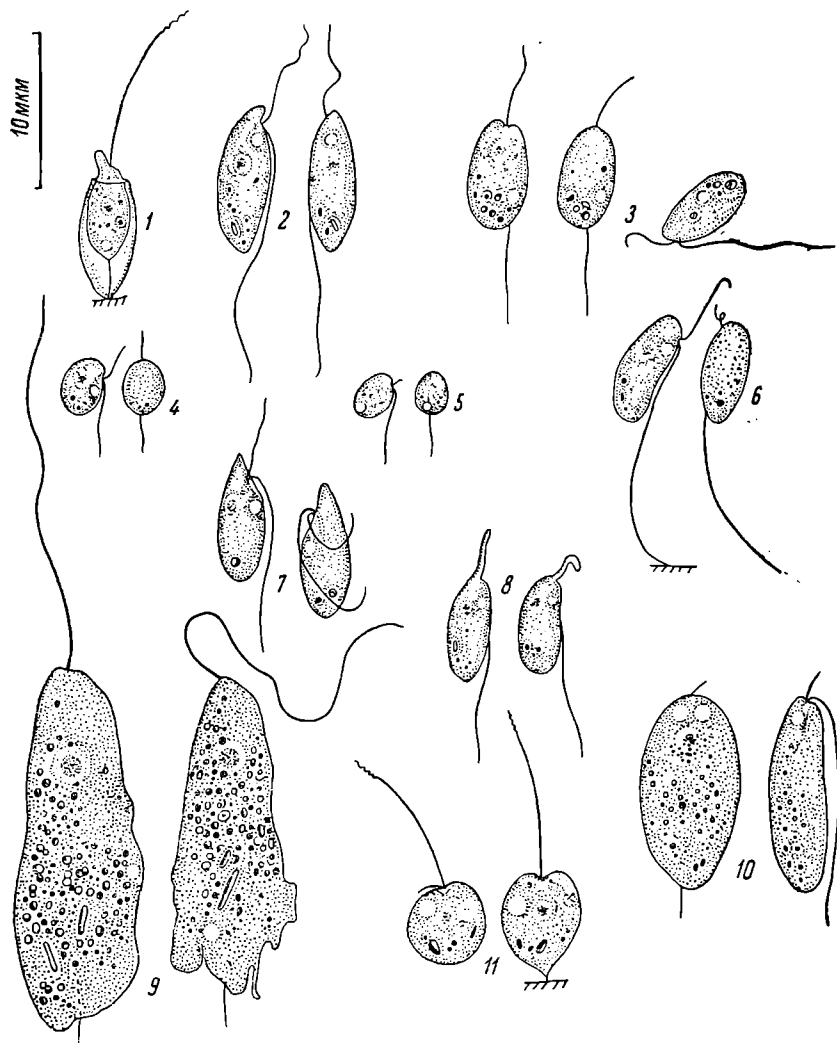
К ФАУНЕ ЗООФЛАГЕЛЛАТ ОЗ. БАЙКАЛ

Большинство крупных и глубоких водоемов характеризуется низким уровнем биологической продуктивности. Малые биомассы отдельных компонентов экосистемы при огромном таксономическом разнообразии являются, как отмечает И. И. Николаев [3], очевидно, одной из характерных черт биологии крупных олиготрофных озер, таких как Байкал, Онежское озеро и др. Подобные водоемы отличаются также неравномерностью биологической продуктивности по отдельным районам. В частности, мелководная зона обычно более продуктивна, чем глубоководная. На мелководьях нередко увеличивается число видов, играющих заметную роль в трофических цепях, видов, не свойственных глубоководной зоне. Бывает и так, что при изменении условий, например увеличении сапробности, организмы, ранее не учитываемые, начинают занимать ведущее место в продуктивности. Все это вызывает необходимость получения по возможности полных сведений обо всех таксономических группах, существующих в подобных водоемах. Такие сведения нужны для суждения о возможных направлениях перестройки экосистемы водоема под влиянием различных антропогенных воздействий. К сожалению, до настоящего времени в исследовании экосистем водоемов много пробелов. В изучении населения Байкала хуже всего дело обстоит с простейшими. До настоящего времени по Байкалу совершенно нет сведений о целом классе типа *Protozoa, Zoomastigophorea* Salkins. В работе представлены первые данные о фауне зоофлагеллат Байкала.

Пробы воды были отобраны в прибрежной зоне (пос. Лиственничное) в стерильные склянки. Часть проб просматривалась под микроскопом в чашках Петри сразу после отбора (микроскоп МБИ-3, объективы $\times 10$ и $\times 40$ в. и.). При таком просмотре представители этой группы *Protozoa* обнаружены не были из-за крайне низкой их численности. Нужно было создать благоприятные условия для размножения жгутиконосцев. С этой целью часть проб оставлялась в склянках на неделю, после чего опять разливалась в чашки Петри. В одни из чашек вносилось органическое вещество (0.01 мл молока на 10 мл воды). Кроме того, был произведен посев исследуемой воды на среду Прата (1 объем пробы на 9 объемов среды) также с добавлением органического вещества или без него. Просмотр проб производился через каждые 2 суток.

Уже при 1-м просмотре во всех чашках было обнаружено значительное число жгутиконосцев, наибольшей численности они достигали в чашках с дополнительно внесенным органическим веществом, составляя десятки тысяч в 1 мл. Кроме жгутиконосцев, в чашках развились амебы и солнечники. Было определено 11 видов жгутиконосцев (см. список и рисунок). При последующих просмотрах наблюдалось исчезновение одних жгутиконосцев и повышение численности других, хотя новых видов обнаружить больше не удалось. Ведущими формами, достигавшими

в таких условиях наибольшей численности, оказались *Monas* sp. и *Bodo saltans*.



Бесцветные жгутиконосцы оз. Байкал.

1 — *Bicoeca lacustris* Clark; 2 — *Bodo saltans* Ehrenb.; 3 — *B. repens* Klebs; 4 — *B. minutus* Klebs; 5 — *Bodo* sp.; 6 — *Pleuromonas jaculans* Perty; 7 — *Phyllomitus apiculatus* Skuja; 8 — *Rhynchomonas nasuta* (Stokes) Klebs; 9 — *Cercobodo* sp.; 10 — *Thaumotomonas lauterborni* De Sae; 11 — *Monas* sp.

Все обнаруженные виды обычны для водохранилищ Волги [1, 2]. Более детальное изучение фауны жгутиконосцев Байкала, вероятно, должно значительно расширить публикуемый список видов.

СПИСОК ВИДОВ

Класс *Zoomastigophorea* Calkins
Отряд *Bicosocida* Grasse et Deflandre
Bicoeca lacustris Clark

Отряд *Kinetoplastida* Honigberg

<i>Bodo saltans</i> Ehrenb.	<i>Phyllomitus apiculatus</i> Skuja
<i>B. repens</i> Klebs	<i>Rhynchomonas nasuta</i> (Stokes) Klebs
<i>B. minimus</i> Klebs	<i>Cercobodo</i> sp.
<i>Bodo</i> sp.	<i>Thaumatomonas lauterborni</i> De Saed.
<i>Pleuromonas jaculans</i> Perty	

Отряд *Protomonadida* Blochmann
Monas sp.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков Б. Ф. Бесцветные жгутиконосцы в планктоне Рыбинского водохранилища. — Гидробиол. ж., 1973, 6, с. 88—92.
2. Жуков Б. Ф. Бесцветные жгутиконосцы в планктоне р. Волги и ее водохранилищ. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 23, с. 13—15.
3. Николаев И. И. О лимнологической специфике озер умеренной зоны. — В кн.: Круговорот веществ и энергии в озерах и водохр. I. Лиственничное на Байкале, 1973, с. 3—6.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

П. П. Уморин

ПИТАНИЕ НЕКОТОРЫХ ИНFUЗОРИЙ ЖГУТИКОНОСЦАМИ *BODO CAUDATUS* (DUJ.) STEIN и *PLEUROMONAS JACULANS* PERTY

Несмотря на то, что бесцветные жгутиконосцы составляют значительную биомассу в пресных водоемах — до 0.02 г/м^3 [2] и могут представлять один из основных компонентов пищи для инфузорий, количественных данных по питанию их жгутиконосцами в литературе нет. Цель данного исследования — изучение возможностей и интенсивности питания некоторых инфузорий, представителей разных подотрядов, обычными жгутиконосцами. Для работы были взяты инфузории *Stentor roeseli* Ehrend., *Spirostomum ambiguum* Ehrenb., *Euplotes patella* (O. F. Muller), *Stylonichia mytilus* Ehrenb., *Frontonia leucas* Ehrenb., *Paramecium caudatum* Ehrenb. и *Vorticella* sp. В качестве пищи предлагались жгутиконосцы *Bodo caudatus* или *Pleuromonas*

jaculans вместе с бактериями (культуры поддерживались на среде Прата с молоком).

Опыты проводились для каждого вида инфузорий на различных концентрациях жгутиконосцев (от 1 тыс. до 350 тыс. экз. на 1 мл) на стеклах с лунками во влажной камере. В лунки наливалось по 0.5 мл культуры жгутиконосцев, в часть лунок помещалось пипеткой определенное число отмытых инфузорий (обычно 10), контролем служили другие лунки без инфузорий. В начале и в конце опытов численность жгутиконосцев и бактерий определялась в камере Горяева. При низких концентрациях жгутиконосцев (около 1 тыс. экз. на 1 мл) их подсчет производился по числу в поле зрения микроскопа. Расчет выедания проводился методом, предложенным Г. Г. Винбергом [1].

Интенсивность питания инфузорий жгутиконосцами *Bodo caudatus*, *Pleugomonas jaculans* и бактериями (среднее — 16 повторностей)

Вид инфузорий	Исходная численность, экз. на 1 мл		Съедено за 1 час одной инфузорией, экз.		Исходная численность, экз. на 1 мл		Съедено за 1 час одной инфузорией, экз.	
	<i>B. caudatus</i> , × 10 ³	бак-терий, × 10 ⁶	<i>B. caudatus</i>	бак-терий, × 10 ³	<i>P. jaculans</i> , × 10 ³	бак-терий, × 10 ⁶	<i>P. jaculans</i>	бак-терий, × 10 ³
<i>Stentor roeseli</i>	1.21	12.0	10.20	164	1.01	14.0	13.40	198
	41.0	61.0	162.0	438	51.0	41.0	710.0	343
	140	64.0	911.0	504	243	62.0	4200	361
	268	80.0	2232	545	516	96.0	6412	420
<i>Spirostomum ambiguum</i>	1.80	20.0	11.00	160	0.96	14.0	16.20	171
	52.0	140	190.0	402	44.0	31.0	652.0	286
	242	114	1137	360	202	88.0	2510	383
	350	166	2714	503	448	110	4016	431
<i>Frontonia leucas</i>	1.13	9.00	2.00	24.0	1.24	7.00	2.100	22.0
	47.0	16.0	149.0	81.0	54.0	15.0	266.0	74.0
	252	21.0	602.0	103	263	35.0	1091	118
<i>Paramecium caudatum</i>	2.10	34.0	1.800	52.0	1.90	4.00	6.400	19.0
	56.0	50.0	48.00	67.0	48.0	15.0	170.0	61.0
	244	84.0	198.0	72.0	265	40.0	881.0	64.0
<i>Euplotes patella</i>	1.23	16.0	4.300	24.0	1.30	20.0	3.600	32.0
	48.0	21.0	126.0	32.0	51.0	24.0	164.0	56.0
	228	24.0	564.0	41.0	246	43.0	683.0	62.0
<i>Stylonichia mytilus</i>	1.35	8.00	8.000	27.0	1.02	4.00	6.800	16.0
	50.0	46.0	112.0	64.0	45.0	17.0	186.0	29.0
	256	68.0	763.0	76.0	268	24.0	842.0	41.0

Оказалось, что все инфузории, кроме *Vorticella* sp. (очевидно из-за малого размера — 30 мкм), питаются обоими видами жгутиконосцев, одновременно потребляя и бактерии (см. таблицу).

Результаты опытов позволяют судить об избирательности питания инфузорий или о разной доступности для них 2 предложенных видов пищи.

Избирательность может быть выражена как отношение

$$\frac{N_{ж} N_6}{C_{ж} C_6},$$

где $N_{\text{ж}}$ — число жгутиконосцев в рационе, N_b — число бактерий в рационе, $C_{\text{ж}}$ — концентрация жгутиконосцев в культуре, C_b — концентрация бактерий в культуре.

При значении этого отношения, большем единицы, избираются жгутиконосцы, меньшем единицы — бактерии; при значении, равном единице, избирательности нет (рис. 1, 2).

Преимущественное выедание бактерий инфузориями *Stentor roeseli* и *Spirostomum ambiguum* при концентрациях *B. caudatus*, близких к природным (около 1 тыс. экз. на 1 мл), можно объяснить меньшей доступностью жгутиконосцев по сравнению с бак-

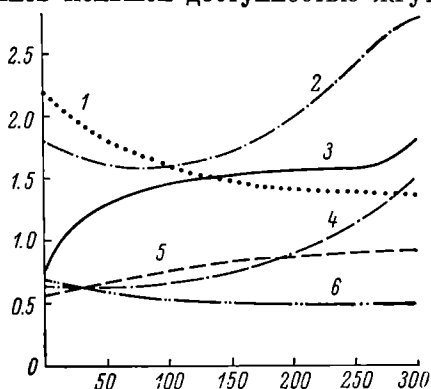


Рис. 1. Избирательность корма инфузориями при употреблении в пищу бактерий и жгутиконосцев *Bodo caudatus*.

1 — *Euplotes patella*; 2 — *Stylonichia mytilus*; 3 — *Spirostomum ambiguum*; 4 — *Stentor roeseli*; 5 — *Paramecium caudatum*; 6 — *Frontonia leucas*. По оси ординат — избирательность (см. объяснение в тексте); по оси абсцисс — концентрация жгутиконосцев, тыс. экз./мл.

териями (*B. caudatus* держится преимущественно у дна и часто прикреплен к субстрату при помощи жгута). При более высоких концентрациях *B. caudatus* (их много появляется в толще воды, и они становятся более доступными) и бактерий потребляются преимущественно жгутиконосцы. Жгутиконосцы *P. jaculans*, чаще встречающиеся в толще воды, чем *B. caudatus*, выедаются инфузориями *S. roeseli* и *S. ambiguum* относительно быстрее, чем бактерии при всех исходных концентрациях. Брюхоресничные инфузории *Euplotes patella* и *Stylonichia mytilus* питаются преимущественно жгутиконосцами обоих видов, что можно объяснить тем, что эти инфузории и жгутиконосцы держатся в основном вместе у поверхности какого-либо субстрата. Свободноплавающие равноресничные инфузории *Frontonia leucas* и *Paramecium caudatum* выедают быстрее бактерий, чем жгутиконосцев *B. caudatus* при всех его концентрациях или *P. jaculans* при его низких концентрациях.

При обычной в природе численности жгутиконосцев ими наиболее интенсивно питаются брюхоресничные инфузории, потребляющие в час примерно 1×10^{-3} весовых единиц жгутиконосцев на единицу своего веса. *S. roeseli* и *S. ambiguum* потребляют в час 2×10^{-4} , *F. leucas* и *P. caudatum* — 1×10^{-4} весовых единиц жгутиконосцев на единицу веса.

Полученные величины позволяют рассчитать примерный поток вещества через звено жгутиконосцы—инфузории в водоемах. Например, для мелководий Рыбинского водохранилища, приняв биомассу инфузорий за $0.5/\text{м}^3$ [3], получаем, что при минимальной

интенсивности питания в каждом 1 м^3 выедается в час $0.5 \times 10^{-4} \text{ г}$, или 1.2 мг биомассы жгутиконосцев в сутки. При численности жгутиконосцев 3 тыс. экз. на 1 мл и биомассе инфузорий 3 г/м^3 , которые могут быть во время пиков развития [2, 4, 6], в 1 м^3 выедается до 25 мг биомассы жгутиконосцев в сутки. Эта величина лишь на порядок ниже продукции бактериальной биомассы в Рыбинском водохранилище — 43 мг С/м³ в сутки [5].

Полученные данные говорят о том, что звено жгутиконосцы — инфузории является очень важным в трофических связях и не может не учитываться при расчетах потока вещества и энергии в водоемах.

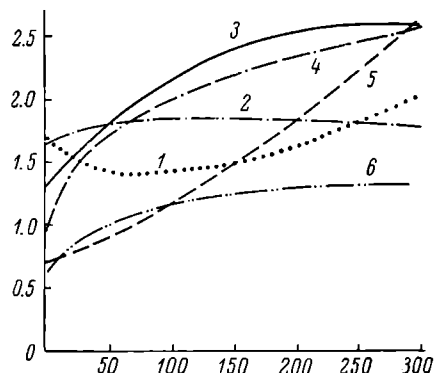


Рис. 2. Избирательность корма инфузориями при употреблении в пищу бактерий и жгутиконосцев *Pleuromonas jacculans*.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г. Г. Методы расчета продукции водных бактерий. — Гидробиол. ж., 1971, 7, 4, с. 31—38.
2. Жуков Б. Ф. О роли бесцветных жгутиконосцев в биологии водоемов. — В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерах и водохр. Листовничное на Байкале, 1973, с. 153—155.
3. Мамеева Н. В. Предварительные результаты исследования инфузорий прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 18, с. 23—26.
4. Мордухай-Болтовская Э. Д., Сорокин Ю. И. Материалы по биологии инфузорий Рыбинского водохранилища. — В кн.: Экол. и биол. пресноводных беспозвоночных. М.—Л., «Наука», 1965, 8 (14), с. 3—12.
5. Ромашенко В. И. Размножение бактерий и продукция их биомассы. — В кн.: Рыбинское водохр. и его жизнь. Л., «Наука», 1972, с. 137—146.
6. Сорокин Ю. И. Сравнительная оценка продуктивности планктона мелководий Волжского плеса Рыбинского водохранилища. — В кн.: Биол. и продуктивность водных организмов. М.—Л., «Наука», 1971, 21 (24), с. 5—16.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

САМКИ ХИРОНОМИД (*DIPTERA, CHIRONOMIDAE*).
 XIV. *HARNISCHIA CURTILAMELLATA* (MALLOCH,
 1915)

Вид более известен под названием *H. pseudosimplex* Goetgh. [4—6]. Однако Сезер [7] привел дополнительное описание этого вида и свел его в синоним *H. curtilamellata* (Malloch.). Указанные им размерные признаки самки полностью совпадают с нашими данными.

Длина тела 2—2.5 мм, длина крыла 2 мм. Зеленая. (Исследовались самки, фиксированные в спирте).

Швы затылочного склерита светлые. Теменные щетинки расположены в один ряд (рис. 1, А, *ты*). В отличие от самцов, у которых штифты слабо развиты, лобных штифтов нет, на их месте плохо заметные поры. Максиллярные щупики (рис. 1, А, *мщ*) коричневые, 2-й членик немного короче 3-го. Клипеус с небольшим количеством щетинок (рис. 1, А, *кл*). Антенны (рис. 1, Б) 6-члениковые, светлые, 1-й членик коричневый, последний — коричнево-черный, утолщенный, относительно небольшой, 3-й самый короткий. Форма 3—5-го члеников варьирует. На вершине последнего членика одна прямая щетинка. В остальном хетом антенны обычный [1].

Переднеспинка (рис. 1, В) впереди без выреза, с несколькими щетинками в нижне-латеральных частях. Мезонотальные полосы оранжево-коричневые. Хетотаксия среднеспинки: медиальных щетинок 12—14, латеральных — 16, преалярных — 3—5, посталярных — 1. Щиток с одним рядом из 12—13 щетинок с крупными теками. Постнотум в передней части светлый, в задней — оранжево-коричневый. Среднегрудь окрашена немного светлее, чем мезонотальные полосы и постнотум.

Бедра передних ног в дистальной части немного темнее, чем в проксимальной, голени и лапки темно-коричневые и лишь базальный конец 1-го членика лапки светлый. Средние и задние ноги светлые, 2-й членик лапки затемнен в дистальной части, 3—5-й членики коричневые целиком. Последний членик самый темный. Голени передних ног на вершине с тупым закругленным выступом (рис. 1, Г), вершины средних и задних голеней (рис. 1, Д) с черными сросшимися гребешками и 2 неравной длины шпорами. Пульвиллы хорошо развиты.

Крыло светлое, чуть коричневатое. Жилки *Costa*, *R*, *R*₁, *R*₄₊₅ отчетливо очерчены, коричневатые. На них расположены щетинки. Рукоятка радиальной жилки (рис. 1, Е) с 2—4 щетинками посредине и обычными группами пор. Промежуточный склерит (рис. 1, Е, *пск*) черный [3]. Крыловая чешуйка по краю с длинными волосками. Крыловая и грудная щетки небольшие [2]. Жужжальце зеленое. Положение крыльев в покое для большин-

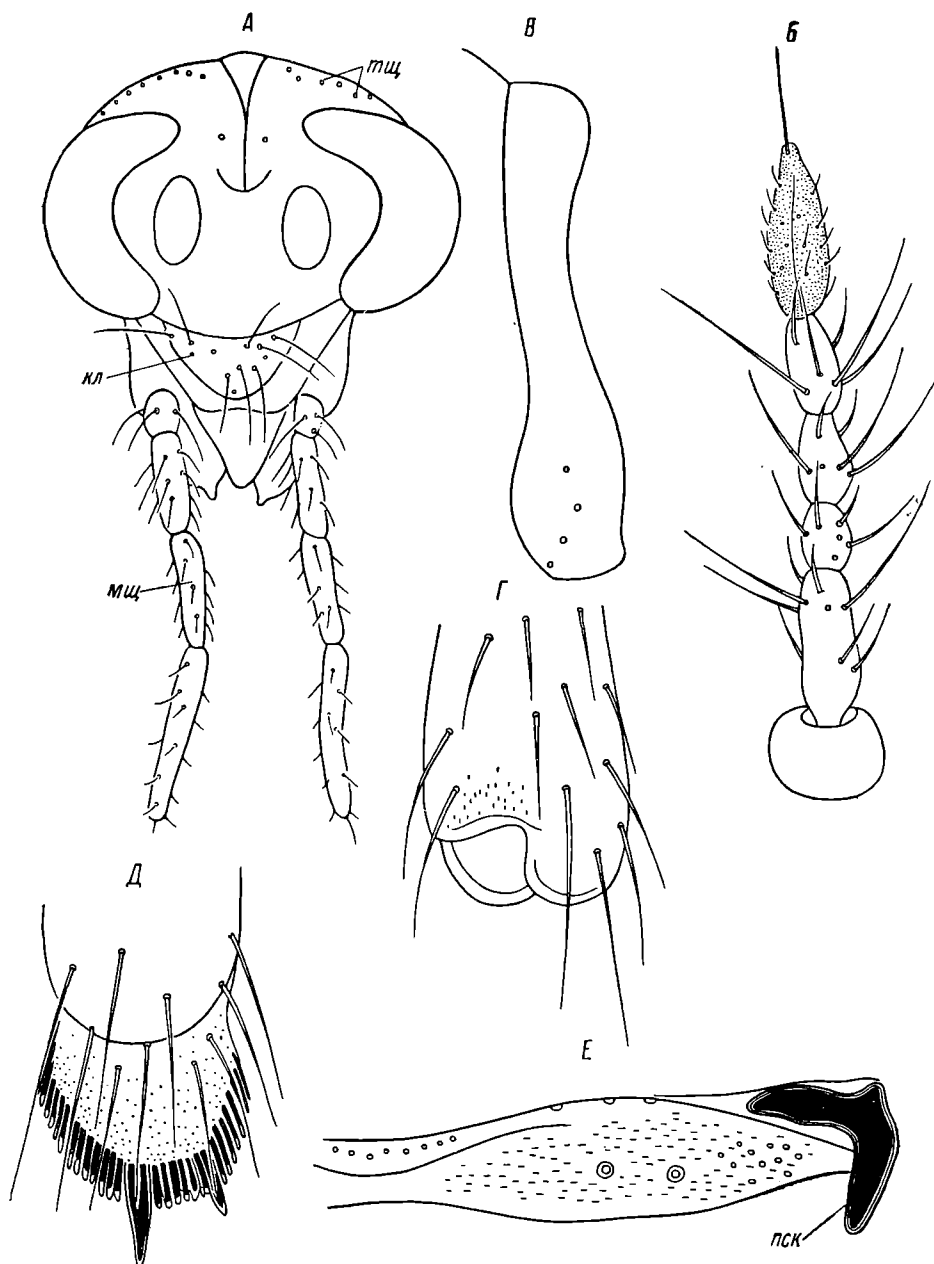


Рис. 1. Детали строения *Harnischia curtilamellata*.

А — голова спереди; Б — антенна; В — переднеспинка сбоку; Г — вершина передней голени; Д — вершина задней голени; Е — рукоятка радиальной жилки. кл — клипеус; мщ — максиллярный щупик; пск — промежуточный склерит; тщ — теменные щетинки.

ства видов хирономид одинаково: крылья лежат на брюшке плоскопараллельно, горизонтально (подсемейства *Chironominae* и *Orthoclatiinae*) или крышеобразно (подсем. *Tanypodinae*) и со-

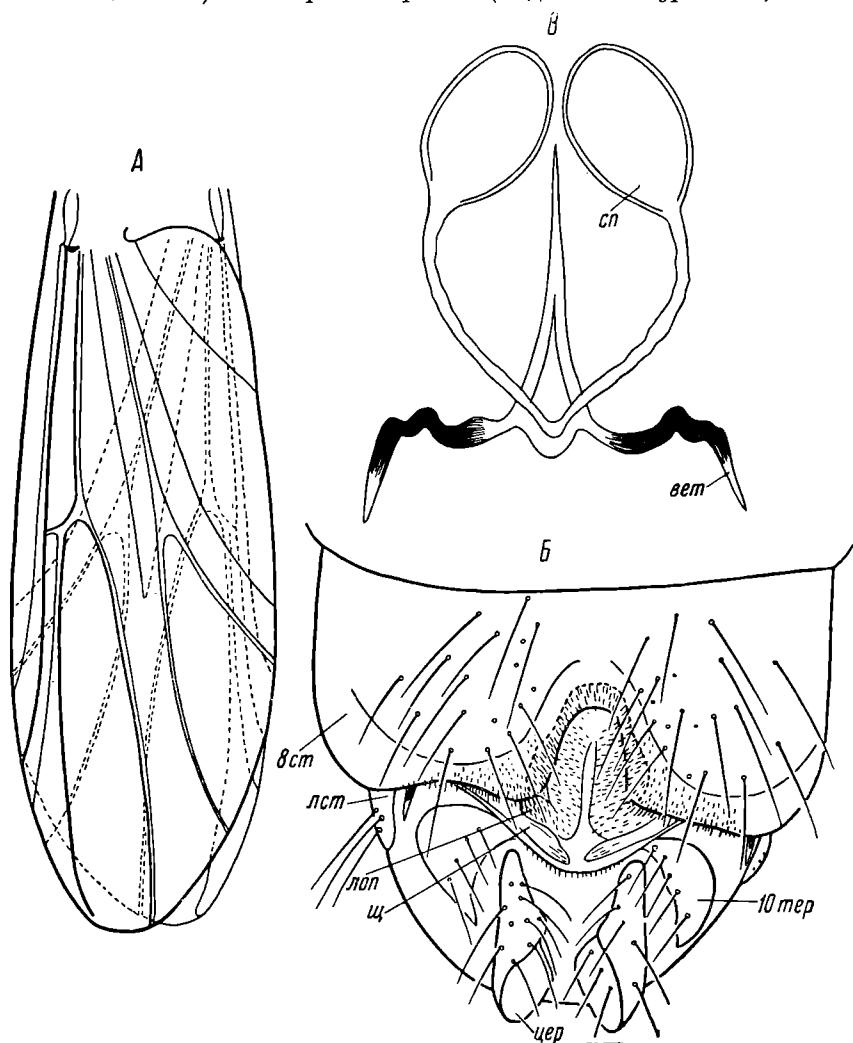


Рис. 2. Детали строения *Harnischia curtilamellata*.

А — крылья; Б — конец брюшка снизу; В — аподема и сперматека. вет — ветви аподемы; лоп — лопасти; лст — латеростернит; 10 тер — склериты 10-го тергита; сп — сперматека; 8 ст — 8-й стернит; цер — церки; щ — щеточка 8-го стернита.

прикасаются друг с другом задними краями. Иногда и в покое вершины крыльев направлены в стороны. Исключение составляет *Harnischia curtilamellata*, у живых и свежесобранных особей которой крылья в покое накладываются одно на другое (рис. 2, А).

Брюшко одноцветное, 8-й стернит не отличается по цвету от остального брюшка. Задний край 8-го стернита посередине с широким коричневатым вырезом (рис. 2, *Б, 8 ст*). Лопастей (рис. 2, *Б, лоп*), окружающие вырез, густо усеяны длинными волосками. Щетки (рис. 2, *Б, щ*), расположенные по бокам лопастей, длинные, нежные, тонко заштрихованы, заходят за лопасти. Аподема (9-й стернит) с черными ветвями. Концы ветвей светлые (рис. 2, *Б, вет*). Сперматек (рис. 2, *Б, сп*) 2, довольно крупные, расположены в 7—8 сегментах. Латеростернит (9-й стернит) выпуклый, с 2—3 щетинками (рис. 2, *Б, лст*). Склериты 10-го тергита (рис. 2, *Б, 10 тер*) с 4—6 щетинками. Церки (рис. 2, *Б, цер*) в виде изогнутых лопастей, коричневатые, покрыты щетинками и короткими волосками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Родова Р. А. Самки хирономид. I. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод, 1968, 17 (20), с. 124—144.
2. Родова Р. А. Аппарат закрепления крыльев в покоящемся положении комаров-хирономид (*Diptera, Chironomidae*). — Энтомол. обозр., 1968, 47, 4, с. 824—825.
3. Родова Р. А. Радиальная жилка крыла хирономид. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969, 3, с. 30—32.
4. Шилова А. И. Список видов сем. *Chironomidae*. — В кн.: Рыбинское водохр. и его жизнь. Л., «Наука», 1972, с. 331—335.
5. Fittkau E. J., Schlee D., Reiss F. *Chironomidae*. Limnofauna Europea. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1967, s. 346—381.
6. Goetghebuer M. *Tendipedidae*. — In.: Lindner E. (ed). Die Fliegen der palaearktische Region. 1937, 107, 13, s. 1—73.
7. Saether O. A. Nomenclature and phylogeny of the genus *Harnischia* (*Diptera: Chironomidae*). — Canad. Entomologist, 1971, 103, 3, p. 347—362.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Т. Н. Куражсковская

О МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ СЛЮННОЙ ЖЕЛЕЗЫ *CHIRONOMUS PLUMOSUS* L.

Считают, что секрет, вырабатываемый слюнной железой личинок хирономид, используется для построения их домиков и ловчих сетей [2, 8]. Применение гистохимических методов определения состава ферментов секрета слюнной железы, хотя и не дало достаточно четких результатов, все же позволило говорить об участии слюнных желез в пищеварении [3, 5]. На пищеварительную функцию слюнных желез (наряду с прядильной) указывают также Клотцель и Лауфер [7], изучавшие тонкую структуру клеток железы. По данным Като, Перковска и Селин

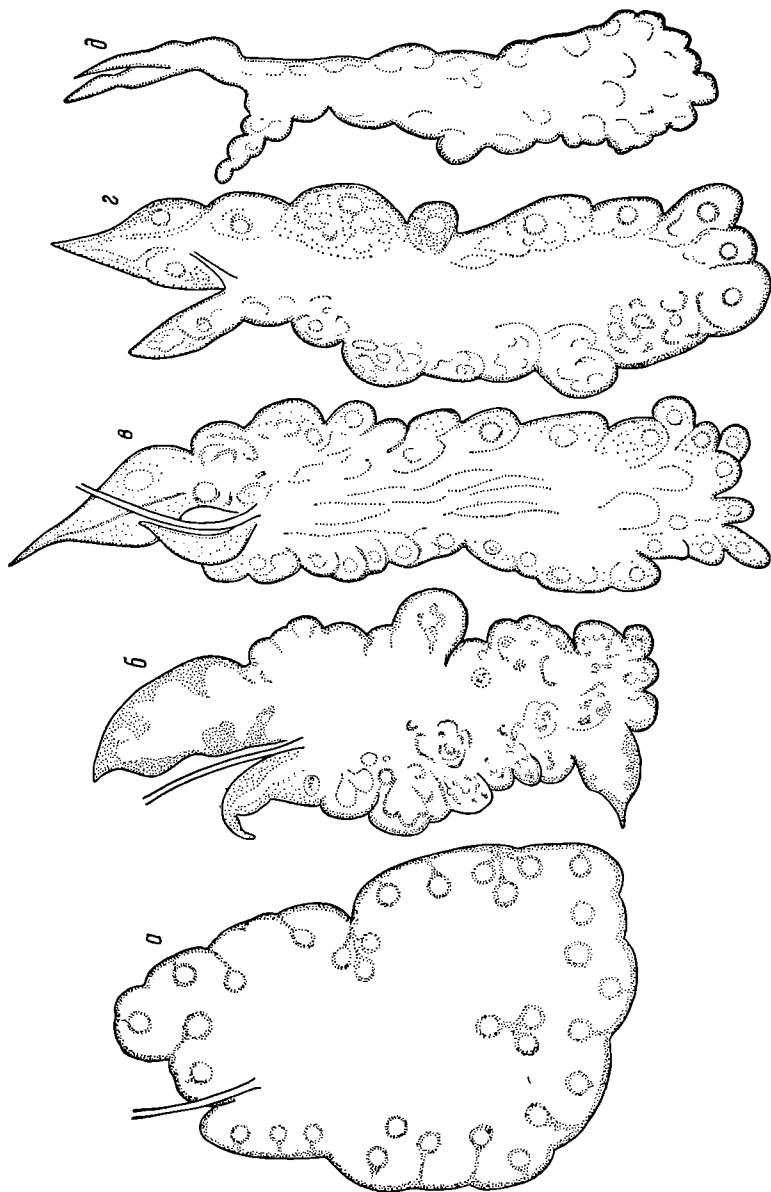


Рис. 1. Слюнная железа *Chironomus riposus*.

а — перед окукливанием; б — через 15 мин. после окукливания; в — через 1 ч. 30 м.; г — через 2 ч. 30 м.; д — через 5 час. после окукливания.

[6], применивших электро- и иммуноэлектрофоретический методы, секрет слюнной железы имеет сложный состав, включающий 14 белков (nigrosin-positive) и 10 мукополисахаридов (metachromatic). И. И. Кикнадзе и И. Т. Филатова [1] отмечали увеличение продукции РНК хромосомами и изменение характера секрета в период превращения личинки *Chironomus dorsalis* в предкуколку. К сожалению, функцию железы эти авторы в своих работах не рассматривали.

Изучение строения слюнных желез у личинок хирономид разных видов [4] показало, что слюнные железы хорошо развиты у всех рассмотренных личинок вне зависимости от того, строят ли они домики и ловчие сети или ведут свободный образ жизни. Очевидно, функциональное значение слюнных желез значительно шире, чем это обычно принято считать.

Проведен сравнительно-морфологический анализ слюнных желез *Chironomus plumosus* в конце личиночного развития и на стадии куколки (стадия куколки у *Ch. plumosus* продолжается 2—3 дня) для дальнейшего изучения их функции. Личинки *Ch. plumosus* L. IV возраста собирали на русле р. Волги, затем в лаборатории проводили наблюдения за их окукливанием.

Перед самым окукливанием у личинок IV возраста и у куколок через разные интервалы времени после окукливания вычленили слюнные железы, которые зарисовывали при помощи рисовального аппарата (увеличение 3.7×7). Кроме того, из фиксированных в жидкости Карнуа куколок изготовляли серии срезов, которые окрашивали азановым методом по Гайденгайту. Всего просмотрено 20 личинок и 16 куколок.

У личинок IV возраста слюнные железы представлены овальными пластинками с лопастями на переднем и заднем краях [4]. Перед самым окукливанием железа меняет форму и цвет: лопасти на заднем крае сглаживаются, а на переднем расширяются и вытягиваются, протоплазма распределяется тонким слоем по периферии железы и вокруг ядер, железа теряет прозрачность, становится молочно-белой и похожей на плотно набитый мешок (рис. 1, а). В это время количество секрета в железе наибольшее. Иногда наблюдается пожелтение секрета, из 15 вскрытых личинок пожелтевшие железы были у 2.

В куколке железа претерпевает ряд изменений. Через 15 мин. после окукливания (рис. 1, б) она значительно сужается, отдельные клетки по краю железы выступают сильнее, чем в железе предкуколки, передние лопасти вытягиваются и заостряются. Секрет в передней части железы состоит как бы из нитей, расположенных вдоль железы и направленных в заостренные передние лопасти. В заднем отделе железы секрет приобретает пенистую структуру. В дальнейшем железа (рис. 1, в, г) становится еще уже, а передние лопасти заостряются еще сильнее. Через 4—5 час. после окукливания железа приобретает гроздевидную форму (рис. 1, д) за счет сильного выпячивания клеток. К середине ку-

колочного периода она распадается на отдельные деформированные клетки (рис. 2) и постепенно совсем исчезает.

Таким образом, на основании закономерных морфологических изменений слюнной железы можно говорить об изменении ее функциональной активности: наибольшее количество секрета наблюдается в ней в конце личиночного развития, когда личинка уже не питается. В начале кукольного стадии количество секрета



Рис. 2. Поперечный разрез слюнной железы к середине кукольного периода.

заметно уменьшается, а внешний вид его изменяется. В середине кукольного периода железа перестает функционировать.

Есть все основания утверждать, что секрет слюнной железы, имея сложный мукопротеидный состав, выполняет по крайней мере несколько функций, которые изменяются в онтогенезе. В личиночной стадии секрет используется при строении домиков и ловчих сетей, а также при питании. В первой половине кукольного периода секрет в какой-то мере определяет процесс морфогенеза и очень возможно его участие в созревании гонад, которые у хиромид завершают свое развитие к моменту вылета имаго.

ЛИТЕРАТУРА

1. К и к п а д з е И. И., Ф и л а т о в а И. Т. Изменение РНК в гигантских хромосомах *Chironomus dorsalis* при метаморфозе и экспериментальных воздействиях. — ДАН СССР, 1963, 152, 2, с. 450—453.
2. К о н с т а н т и н о в А. С. Биология хиромид и их разведение. — Тр. Саратовск. отд. ВНИОРХ, 1958, 5, с. 1—356.
3. К у р а ж с к о в с к а я Т. Н. Строение кишечника и слюнных желез личинок *Chironomidae* (Diptera). — В кн.: Планктон и бентос внутр. водоемов. М.—Л., «Наука», 1966, с. 286—296.
4. К у р а ж с к о в с к а я Т. Н. Строение слюнных желез личинок хиромид. — В кн.: Физиол. водных организмов и их роль в круговороте органического вещ-ва. М.—Л., «Наука», 1969, с. 185—195.
5. К у р а ж с к о в с к а я Т. Н. Гистохимический анализ слюнных желез личинок *Chironomini* (Diptera, *Chironomidae*). — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1971, 12, с. 38—42.

6. Kato K. I., Perkowska E., Sirlin J. L. Electro- and immuno-electrophoretic patterns in the larval salivary secretion of *Chironomus thummi*. — J. Histochem. Cytochem., 1963, 11, 4, p. 485—488.
7. Kloetzel J. A., Laufer H. Developmental changes in fine structure associated with secretion in larval salivary glands of *Chironomus*. — Exp. Cell. Rec., 1970, 60, 3, p. 327—337.
8. Oshimatsu H., Uehata M. On some fibrin-like properties of the secretion products of the salivary gland of the *Chironomus* larva. — Ann. zool. japon., 1968, 41, 3, p. 107—112.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. М. Таранова

МАТЕРИАЛЫ ПО ФАУНЕ СТРЕКОЗ (*ODONATA*) РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ВОДОЕМОВ

Личинки стрекоз постоянно встречаются в зарослях различных водоемов. Однако изучение их фауны на Рыбинском водохранилище до сих пор не проводилось. Имеется только работа по стрекозам Ярославской обл. Ю. М. Колосова [1].

Сбор личинок и взрослых стрекоз Рыбинского водохранилища и прилегающих водоемов проводился нами в 1972—1973 гг. Было обследовано 27 биотопов различного типа — реки, пруды, временные водоемы и болото.

Реки небольшие, медленно текущие с песчано-илистым или илистым грунтом и густой растительностью по берегам. Личинок собирали в тихих заводях и протоках среди растений. Пруды характеризуются богатыми иловыми отложениями и хорошо развитой водной и надводной растительностью. Временные водоемы — небольшие лужи или слабозаиленные заболоченности с обильной растительностью, образуются за счет талого снега и к середине лета пересыхают. Кулотинское болото — низинного типа с зарослями осоковых и злаковых растений.

Всего собрано 26 видов стрекоз (по 13 видов из подотрядов *Zygoptera* и *Anisoptera*). Из них 13 видов найдены и в личиночной и в имагинальной фазах, 9 видов — только личинки и 4 вида — только в имаго.

Подотряд ZYGOPTERA

Сем. CALOPTERYGIDAE

Calopteryx splendens Harr. Личинки немногочисленны в реках Ильдь, Кушапа, Чеснава в августе и сентябре. Имаго в июле.

Calopteryx virgo L. Имаго по берегам рек Ильдь и Чеснава в июле.

Сем. LESTIDAE

Lestes virens Charp. Единичные личинки в Ануфриевом озере в июле.

Lestes nympha Sel. Личинки многочисленны во временных водоемах около деревень Григорово, Веретя и р. Суножка, в бочажном ручье и Кулотинском болоте с апреля по июль. Цикл развития одногодичный. Имаго в июне—августе.

Lestes sponsa Hans. Личинки многочисленны в Кулотинском болоте, прудах деревень Григорово и Дьяконово, в экспериментальных прудах, во временных водоемах в окрестностях Борка и в стоячих водоемах побережья Рыбинского водохранилища. Единичны в реках Суножка, Согожа, Шумаровка и в Малиновском ручье. Цикл развития одногодичный. Личинки в мае—июле. Имаго в июне—сентябре.

Sympyga fusca V. d. L. Единичные личинки в р. Суножка и в пруду дер. Григорово в июле.

Сем. PLATYCNEMIDAE

Platycnemis pennipes Pall. Единичные личинки в р. Ильдь в июле.

Сем. COENAGRIONIDAE

Enallagma cyathigerum Charp. Личинки немногочисленны в прудах Борка и дер. Дьяконово в июне.

Coenagrion concinnum Joh. Личинки многочисленны в реках Суножка, Сить, Кудаша, в прудах Борка и дер. Григорово и в водоемах побережья Рыбинского водохранилища; единичны в бочажном ручье и во временных водоемах около дер. Григорово. Цикл развития одногодичный. Личинки в мае—августе. Имаго в июне—августе.

Coenagrion hastulatum Charp. Личинки многочисленны в реках Суножка, Сить, Ильдь, в Малиновском ручье, в прудах Борка и дер. Ермаково, в Ануфриевом озере, в бочажном ручье и во временных водоемах в окрестностях Борка. Цикл развития одногодичный. Личинки в июне—мае следующего года. Имаго в июне—августе.

Coenagrion armatum Charp. Единичные личинки в р. Суножка, в пруду и во временных водоемах в Борке в апреле—июне. Имаго в июле.

Erythromma najas Hans. Личинки немногочисленны в реках Суножка, Сить, в прудах Борка, деревень Григорово и Дьяконово в апреле—июле.

Purrosoma nymphula Sulz. Единичные личинки в бочажном ручье и во временных водоемах около дер. Григорово в мае—июне.

Подотряд ANISOPTERA

Сем. AESCHNIDAE

Aeschna grandis L. Личинки многочисленны в реках Суножка, Сить, Кудаша, Ильдь, в прудах Борка, дер. Григорово Дарвинского заповедника. Цикл развития одногодичный. Зимуют взрослые личинки. Массовый вылет имаго в мае—июне, отдельные стрекозы летают до октября.

Сем. CORDULIDAE

Epitheca bimaculata Charp. Личинки немногочисленны в реках Сить, Ильдь, в пруду дер. Григорово, во временных водоемах побережья Рыбинского водохранилища в июне, сентябре.

Cordulia aenea L. Единичные личинки в р. Чеснава в июне.
Somatophlora metalica V. d. L. Личинки многочисленны в реках Суножка, Ильдъ, Чеснава, в Кулотинском болоте в июне—августе. Имаго в июле.

Сем. LIBELLULIDAE

Libellula quadrimaculata L. Личинки немногочисленны в пруду дер. Дьяконово, в Ануфриевом озере, в стоячих водоемах побережья Рыбинского водохранилища в августе—сентябре. Имаго в мае.

Sympetrum flaviolum L. Личинки многочисленны в реках Согожа, Шумаровка, в Малиновском ручье, в экспериментальных прудах, в заливе Рыбинского водохранилища около дер. Дубец и во временных водоемах. Цикл развития одногодичный. Лёт имаго в августе—сентябре.

Sympetrum danae Sulz. Личинки единичны в реках Суножка, Шумаровка, Себла, в пруду Борка и во временных водоемах около дер. Веретей в мае—июле. Имаго в августе.

Sympetrum vulgatum L. Личинки многочисленны в реках Суножка, Сить, Ильдъ, Кудаша, в Малиновском ручье, в Ануфриевом озере, в прудах Борка и Дарвинского заповедника, в бочажном ручье и во временных водоемах. Цикл развития одногодичный. Лёт имаго в августе—сентябре.

Sympetrum pedemontanum Allioni. Имаго в побережье Рыбинского водохранилища в июле—августе.

Sympetrum sanguineum Müll. Единичные личинки в р. Себла, в пруду Дарвинского заповедника и в заливе Рыбинского водохранилища около дер. Дубец в июне. Имаго в сентябре.

Leucorrhinia rubicunda L. Имаго на берегу Ануфриева озера в июле.

Crocothemis erythea Brul. Единичные личинки в Ануфриевом озере в сентябре.

Нам не удалось собрать все 27 видов стрекоз, отмеченные Ю. М. Колосовым [1], так как он собирал их на значительно большей территории. Однако наш список пополняет список Ю. М. Колосова 9 видами: *Lestes virens*, *Coenagrion concinnum*, *C. armatum*, *Epitheca bimaculata*, *Sympetrum pedemontanum*, *S. sanguineum*, *Sympycna fusca*, *Pyrrosoma nymphula*, *Crocothemis erythea*.

Эвритопными оказались личинки *Lestes sponsa*, *Coenagrion concinnum*, *C. hastulatum*, *Aeschna grandis*, *Sympetrum vulgatum*. Они встречаются в 10—12 из 27 обследованных водоемов. Личинки *Lestes virens*, *Platynemis pennipes*, *Calopteryx splendens virgo*, *Sympycna fusca*, *Sympetrum sanguineum*, *Crocothemis erythea* найдены лишь в 1—2 водоемах.

Наибольшим разнообразием видового состава личинок стрекоз отличаются реки Суножка и Ильдъ и пруд дер. Григорово. В каждом из этих водоемов найдено по 8 видов. В то время как в остальных водоемах отмечено не более чем по 4 вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колосов Ю. М. Стрекозы Ярославской губернии (*Pseudoneuroptera Odonata*). — Тр. Ярославск. естеств.-истор. и краевед. об-ва, Ярославль, 1925, 4, 1, с. 39—44.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ВЕСА
СЕРДЦА У ЩУКИ И ОКУНЯ

Метод морфологических индикаторов подробно разработан зоологами для изучения экологии наземных позвоночных [11]. Авторами показано, что относительный вес внутренних органов (в том числе и сердца) зависит от условий обитания организмов. В частности, для млекопитающих и птиц установлено, что в периоды большей активности животного относительный вес сердца повышается [6, 8—10].

В последние годы этот метод стал применяться при изучении биологии рыб [1—5]. Основное внимание большинство исследователей уделяло выявлению видовых, половых, а также географических различий в величине интерьерных признаков у рыб, часто не учитывая сезонных изменений. Однако работами И. П. Квасовой и С. А. Кузьминой [7] показано, что у налима и судака сезонные изменения относительного веса ряда внутренних органов и объема крови весьма значительны.

Настоящее сообщение посвящено изучению сезонных изменений относительного веса сердца у щуки и окуня. Материал был собран преимущественно на русловых участках Рыбинского водохранилища с апреля по октябрь 1967 и 1968 гг. Для анализа брали рыбу, пойманную активными орудиями лова (тралом, спиннингом). Методика обработки материала была заимствована у С. С. Щварца и др. [11]. Всего для анализа было исследовано 122 щуки длиной 270—695 мм и 155 окуней размером 148—390 мм.

Щука и окунь относятся к типу хищников-засадчиков. Однако образ жизни и поведение их различны. Щука ведет одиночный образ жизни и питается относительно крупной добычей. Окунь — стайный хищник, откармливается в основном молодью рыб. В связи с этим периоды наиболее интенсивного откорма хищников не совпадают. Щука нагуливается преимущественно весной, а окунь — летом.

По нашим данным, средний относительный вес сердца у щуки и окуня в Рыбинском водохранилище практически одинаков — соответственно 1.61 ± 0.09 и 1.58 ± 0.08 . Однако величина этого признака у обоих хищников в отдельные сезоны не остается постоянной (табл. 1)

Как видно из приведенных данных, в течение всего периода исследования у обоих хищников самцы имели большие индексы сердца по сравнению с самками. Аналогичные данные были получены для щуки, окуня, плотвы и других видов рыб в ряде озер [2].

По мнению автора, это явление связано с большим развитием полового поискового инстинкта у самцов и свидетельствует о повышенной их активности. И. П. Квасова и С. А. Кузьмина [7] считают, что повышенный индекс сердца у самцов налима и су-

Величина относительного веса сердца у щуки и окуня в апреле—октябре 1967—1968 гг. (‰)

Время наблюдений	Щука			Окунь		
	самцы	самки	ко- ли- че- ство экз.	самцы	самки	ко- ли- че- ство рыб
Апрель	1.96 ± 0.28	1.30 ± 0.14	27	1.37 ± 0.17	1.13 ± 0.16	29
Май	1.74 ± 0.05	1.16 ± 0.13	33	1.32 ± 0.14	1.20 ± 0.14	25
Июнь—июль . . .	1.50 ± 0.15	1.48 ± 0.18	25	2.36 ± 0.28	2.09 ± 0.18	38
Август	1.60 ± 0.23	1.56 ± 0.26	20	1.47 ± 0.12	1.58 ± 0.10	48
Сентябрь—октябрь	1.57 ± 0.42	1.48 ± 0.15	17.	1.60 ± 0.25	1.55 ± 0.20	15

дака наблюдается в результате большего объема крови в их организме.

Ранней весной половозрелые щуки совершают значительные перемещения из различных участков водохранилища в прибрежную зону, где расположены нерестилища большинства видов рыб. Усиление подвижности хищников в этот период приводит к тому, что «под влиянием нагрузок в сердечной мускулатуре происходит образование белков. Синтез мышечных белков влечет за собой увеличение их массы и объема» [11, с. 80]. Такая рабочая гипертрофия сердца, видимо, наблюдается у щуки весной во время нереста и нагула, т. е. в период увеличения активности. Необходимо отметить, что поведение самцов и самок во время размножения различно. Самцы наиболее активны до и во время нереста. Постепенно, по мере вымета половых продуктов, активность самцов уменьшается, индекс сердца у них падает (табл. 2).

Изменение относительного веса сердца у самцов в этот период связано только с нерестовым поведением. Интенсивность их питания весной невелика (табл. 3). Самки в период нереста менее

Т а б л и ц а 2

Относительный вес сердца у самцов и самок щуки в период нереста в апреле—мае 1967—1968 гг. (‰)

Время наблюдений	Стадия зрелости половых продуктов	Индекс сердца	Количе- ство рыб
До нереста (апрель)	Самцы, IV	2.36 ± 0.15	9
	Самки, IV	1.36 ± 0.08	8
Период нереста (1— 15 мая)	Самцы, V	1.81 ± 0.16	26
	Самки, V	0.92 ± 0.10	9
После нереста (15— 30 мая)	Самцы, VI	1.52 ± 0.24	13
	Самки, VI	1.28 ± 0.11	10

Количество питающихся самцов и самок щуки в апреле—мае
1967—1968 гг. (%)

Время наблюдений	Стадия зрелости половых продуктов	Питающиеся особи	Не питающиеся особи	Количество рыб
До и во время нереста	Самцы, IV—V	31.8	68.2	20
	Самки, IV—V	40.0	60.0	15
После нереста	Самцы, VI	58.5	41.5	23
	Самки, VI	92.0	8.0	27

активны. Они, как правило, бывают обеспечены самцами. Поэтому сердечные индексы у самок перед нерестом и во время откладки икры ниже, чем у самцов (табл. 2). После окончания нереста активность самок повышается — у них начинается посленерестовый жор (табл. 3). За время посленерестового жора (7—10 дней в мае) каждая самка съедает в среднем количество пищи, равное ее собственному весу. Для добычи такого количества корма самкам приходится много двигаться, чем, вероятно, и объясняется увеличение относительного веса их сердца после нереста (табл. 2).

В летний и осенний периоды индекс сердца у самцов и самок щуки практически одинаков (табл. 1).

Окунь — стайный хищник. Характер его скоплений в течение весны и лета не остается постоянным. В апреле—мае взрослый окунь держится относительно крупными группами, поэтому в течение всего периода размножения величина относительного веса сердца самцов и самок практически одинакова (табл. 1). Интенсивность нагула окуня в весенний период невысока: до и во время нереста питалось всего 21—22% самцов и самок. В конце мая, после размножения, количество питающихся рыб хотя и увеличивается, но остается незначительным (40—45%). Небольшая интенсивность откорма окуня весной объясняется отсутствием для него подходящего корма. Основную массу рыб в этот период в прибрежье составляют крупные половозрелые особи различных видов, малодоступные для окуня. Поэтому весной в его пище встречаются даже нерыбные объекты.

Летом (июнь—июль), когда в водохранилище появляется молодь различных видов рыб, количество питающихся хищников возрастает до 83—91%. В этот период окунь не образует крупных скоплений. Охотясь за молодью, он собирается в небольшие группы. Относительный вес сердца у окуня в этот период возрастает (табл. 1). В августе интенсивность питания у окуня снижается и индексы сердца снова уменьшаются (табл. 1).

Приведенные материалы показывают, что среднегодовые показатели относительного веса сердца у щуки и окуня одинаковы. Однако величина этого признака в течение года не остается посто-

янной и достигает максимальных значений у каждого хищника в разные сезоны. Судя по относительному весу сердца, щука наиболее активна весной: самцы — в период размножения, а самки — во время посленерестового жора. Окунь же, как самцы, так и самки, более активен в летнее время — в период нагула.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б о ж к о А. М. Возрастная, половая и эколого-физиологическая изменчивость внутренних органов рыб. — В кн.: Гидробиол. исслед. Ин-та зоол. и ботан. АН ЭССР. Тарту, 1962, III, с. 284—285.
2. Б о ж к о А. М. К вопросу о половых различиях в относительном весе сердца рыб. — В кн.: Матер. III Зоол. конф. Пед. ин-та РСФСР. Волгоград, 1967, с. 73—75.
3. Б о ж к о А. М., С м и р н о в В. С. Характер связи между весом тела и сердца у окуня. — Экол., 1972, 1, с. 58—65.
4. Г л а з о в а Т. Н., К о р ж у е в П. А. Морфо-физиологические особенности каспийской миноги. — В кн.: Эколого-физиол. особенности крови рыб. М., «Наука», 1968, с. 11—15.
5. Д о б р и н с к а я Л. А. Органометрия некоторых видов рыб Обского бассейна. — Автореф. канд. дисс. Свердловск, 1964, с. 17.
6. Д о б р и н с к и й Л. Н. Материалы к интерьерной характеристике птиц Субарктики. — Тр. Салехардск. стационара Уральск. фил. АН СССР, 1959, 1, с. 293—356.
7. К в а с о в а И. П., К у з ь м и н а С. А. Некоторые морфологические характеристики налима и судака Курского залива Балтийского моря. — В кн.: Эколого-физиол. особенности крови рыб. М., «Наука», 1968, с. 87—89.
8. К л е й п е н б е р г Е. С. Экологический анализ морфологических и физиологических показателей у некоторых водных животных. — III экол. конф., Киев, 1954, 2, с. 71—74.
9. Ш в а р ц С. С. Новые данные по относительному весу сердца и печени птиц. — Зоол. ж., 1949, 28, 4, с. 355—361.
10. Ш в а р ц С. С. К вопросу о развитии некоторых интерьерных признаков наземных позвоночных животных. — Зоол. ж., 1956, 35, 6, с. 804—820.
11. Ш в а р ц С. С., С м и р н о в В. С., Д о б р и н с к и й Л. Н. Метод морфофизиол. индикаторов в экол. наземных позвоночных. — Тр. Ин-та экол. раст. и животн. Свердловск, Уральск. фил. АН СССР, 1968, 58, с. 378.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ВЛИЯНИЕ ХЛОРИСТОГО НАТРИЯ НА МИТОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ТКАНЕЙ ЛИЧИНОК ОКУНЯ

Ранее [1] было обнаружено, что хлористый натрий в больших концентрациях вызывает такие же патоморфологические изменения в органах рыб, как фенол и полихлорпинен. Так как изменение темпов клеточного размножения может являться достаточно точным критерием влияния некоторых веществ, стимулирующих или угнетающих функциональные или ростовые процессы в органе, то представляется интересным выяснить, как влияют малые концентрации хлористого натрия на митотическую активность тканей и органов рыб. С этой целью и проделана настоящая работа.

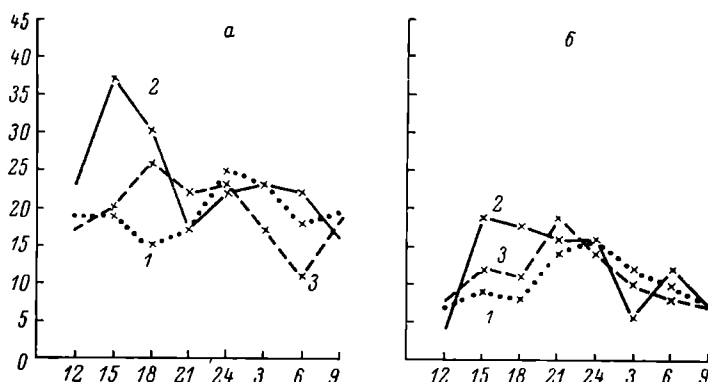
Опыт проведен на личинках окуня в возрасте 3 суток после выклева. В три 3-литровых кристаллизатора с обычной водопроводной водой (температура — 15—17°, кислород — 6—7 мг/л, рН 7.1—7.3, жесткость — 10 Н°) было посажено по 80 личинок окуня. В одном из них личинки служили контролем, во 2-й вносили хлористый натрий в концентрации 3 г/л, в 3-й — 6 г/л. Соль внесена в 8 час., а начиная с 12 час. брали пробы по 7—9 личинок на срок через каждые 3 часа. Личинки фиксировались жидкостью Бюэна. Материал проведен через метилбензоат-бензол и залит в парафин. Продольные серийные срезы толщиной 5 мкм окрашивались гематоксилином Эрлиха. Подсчет митозов производился в эпендиме и эпителии кишечника (в этих тканях отмечалась самая высокая митотическая активность) на нескольких срединных срезах.

В контроле пик митотической активности как эпендимы, так и эпителия кишечника отмечен в 24 часа, а самый низкий уровень деления клеток наблюдается в 18 час. Необходимо отметить тот факт, что, хотя эпендима и эпителий кишечника являются производными различных эмбриональных зачатков и выполняют разные функции, они имеют почти одинаковые кривые активности клеточного деления в течение суток (см. рисунок, а, б). С 3 до 15 час. уровень митотической активности примерно одинаков, после чего отмечается ее подъем, а максимум отмечается в 24 часа (в эпендиме до 30, а в эпителии кишечника до 20 митозов), затем активность клеточного деления снижается. Снижение продолжается до 3 час. В целом митотическая активность клеток эпендимы значительно выше, чем эпителия кишечника (см. рисунок, а, б).

Хлористый натрий в концентрации 3 г/л значительно стимулирует деление клеток и в эпендиме и в эпителии кишечника (см. рисунок, а, б). Пик митотической активности в эпендиме смещается с 24 на 15 час. (в это время в эпендиме насчитывается до 58 митотически делящихся клеток). Но если в контроле минимум митотически делящихся клеток падает на 18 час., то здесь отмечено 2 понижения уровня митотической активности — в 9

и 21 час, но она не снижается ниже контрольного уровня. В эпителии кишечника пик клеточного деления (до 24 митозов) отмечен также в 15 час., но имеется и 2-й пик, соответствующий такому же в контроле и совпадающий с ним по времени — в 24 часа. Самая низкая митотическая активность в эпителии кишечника отмечена в 3 часа (в контроле с 9 до 12 час.), причем она несколько ниже, чем в контроле.

В концентрации 6 г/л хлористый натрий в общем несколько снижает активность клеточного деления в эпителии, в то время как в эпителии кишечника она выше, чем в контроле (см. рису-



Митотическая активность клеток эпэндимы (а) и эпителия кишечника (б) личинок в различных условиях.

1 — контроль; 2 — концентрация хлористого натрия 3 г/л; 3 — концентрация соли 6 г/л. По оси ординат — число митозов; по оси абсцисс — время суток, часы.

нок, а, б). При этой концентрации пик митотического деления клеток в эпэндиме наблюдается в 18 час., т. е. тогда, когда в контроле отмечен самый низкий уровень митозов (см. рисунок, а). Второй пик активности деления клеток эпэндимы падает на 24 часа, т. е. одновременно с контролем, но несколько ниже.

В эпителии кишечника концентрация соли 6 г/л сдвигает пик митотической активности с 24 на 21 час, причем она несколько выше, чем в контроле. Второе повышение активности клеточного деления в эпителии кишечника наблюдается в 15 час., а самая низкая активность митозов клеток эпителия кишечника отмечена в 12 час., т. е. одновременно с контролем, но меньшая по величине.

Таким образом, видно, что хлористый натрий в концентрации 3 г/л не только стимулирует митотическую активность клеток эпэндимы и эпителиальной выстилки кишечника, но и сдвигает ее пики во времени.

Концентрация соли 6 г/л угнетает митотическое деление клеток эпэндимы, но еще действует стимулирующе на деление клеток

эпителия кишечника. Дальнейшее повышение концентрации хлористого натрия, по-видимому, будет угнетать митотическую активность не только клеток эпендимы, но и клеток эпителия кишечника.

Эпендима значительно чувствительнее к воздействию хлористого натрия, чем эпителиальная выстилка кишечника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Межиш Ф. И. Патогистологические изменения органов и тканей гупии (*Lebistes reticulatus* Р.) при остром экспериментальном отравлении полихлорпиненом, фенолом и повышенной солевой нагрузке. — В кн.: Влияние фенола на гидробионтов. Л., «Наука», 1973, с. 53—66.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. Д. Коншин, С. И. Кузнецов

К ВОПРОСУ О КОРЕННОМ РАЗЛИЧИИ МЕЖДУ ПОЧВАМИ И ДОННЫМИ ИЛОВЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ

Широко распространен взгляд [2, 8], согласно которому донные иловые отложения рассматриваются как некий аналог наземным почвам. Несмотря на разницу в способе образования тех и других почв (в основном за счет преобразования подстилающей породы, донных отложений — приноса материала извне), между ними находят многочисленные черты сходства [1]. Так, в образовании почв и иловых отложений видную роль играют микробиологические процессы. Сами почвы и иловые отложения представляют собой сложные органо-минеральные комплексы, в которых особенно характерными являются коллоидные вещества, определяющие их многие существенные свойства. В соответствии с этим и подход к изучению почв и иловых отложений во многих отношениях аналогичен, чем оправдывается широкое использование при изучении донных отложений методов и достижений гораздо более развитой науки о почвах. Все это приводит к тому, что саму науку о донных отложениях начинают рассматривать как часть почвоведения и называют ее гидропедологией, т. е. наукой о водных почвах [8].

В резком противоречии с подобными воззрениями стоит парадоксальное на первый взгляд мнение С. Д. Муравейского [5, 6], усматривающего в водоеме аналог почвы не в его отложениях, а в водной массе. Аналогию между почвой и водной массой водоема С. Д. Муравейский видит в производительности (продуктив-

ность, плодородие), в то время как донные отложения являются скорее результатом процессов, протекающих в водоемах, и заключающиеся в них вещество и энергия в той или иной степени и на тот или иной срок выключаются из круговорота воспроизводства органической продукции. Правда, С. Д. Муравейский тут же отмечает и резкую разницу между плодородием почвы и биологической продуктивностью водоема: для почвы понятие плодородия приложимо к отдельным участкам, а конечный продукт здесь только растения, в то время как биологическая производительность водоема касается последнего как целого, конечными же продуктами служат как растительные, так и животные организмы.

Нам думается, что биологическая производительность, указываемая С. Д. Муравейским, как основной признак аналогии почв с водной массой, не отличается достаточной очевидностью и наглядностью. Действительно, с одной стороны, мы не можем отрицать наличия этого свойства также и у иловых отложений, так как в озерах всегда имеется донное животное население (бен-тос), живущее как на поверхности, так и в толще отложений и питающееся за счет их субстрата, причем понятно, что количественный и качественный состав населения определяется характером отложений. Кроме того, донное население служит основным источником питания для большинства рыб и таким образом имеет влияние на производительность самого водоема. Достаточно вспомнить о так называемом коэффициенте F/B , часто применяемом для вычисления рыбной продуктивности [4]. Правда, в профундали донные отложения не дают первичной продукции, т. е. синтеза органического вещества из неорганических компонентов, но это зависит уже не от свойств самих отложений, а от господствующих в профундали условий, препятствующих развитию здесь продуцентов, — зеленых растений, вследствие невозможности фотосинтеза на глубине, где отсутствуют необходимые для этого условия освещения. В то же время развитие прибрежной растительности в литорали служит достаточным доказательством производительности донных отложений самих по себе. С другой стороны, при отрицании продуктивности донных отложений необходимо распространить его и на нижние, трофолитические, слои водной массы, где также невозможен фотосинтез. В частности, гипolimнион, выходящий в летнее время из круговорота воды в озере, попадает в отношении производительности в сущности в те же условия, что и донные отложения. Однако, как мы упоминали, С. Д. Муравейский рассматривает биологическую продуктивность по отношению ко всему водоему как целому и принципиально не допускает возможности выделения отдельных слоев водной массы.¹

¹ На том же основании мы считаем неправильным ставить вопрос и о производительности иловых отложений как таковых, рассматривая их изолированно от водоема. Речь может идти лишь об участии иловых отложений в общей производительности водоема как целого.

Несмотря на указанные соображения, мы тем не менее считаем, что сама идея С. Д. Муравейского о коренной разнице между почвами и иловыми отложениями несомненно верна. И в дальнейшем нам хотелось бы провести между ними одно сравнение, которое подтвердило бы невозможность проведения аналогии между ними.

Одна из характерных особенностей почв — их морфологическое строение, т. е. расчленение почвенной толщи на ряд горизонтов, сменяющих друг друга в вертикальном направлении. Как известно, стратификация по вертикали присуща и донным отложениям, причем наряду с микрозонами [7] имеется также смена характера отложений в слоях более значительной мощности. Однако подобная «аналогия» в строении между почвами и донными озерными отложениями оказывается чисто внешней. И если мы обратим внимание на происхождение этого строения в обоих случаях, то увидим между ними настолько существенную разницу, что нам станет ясно, что дело идет о двух совершенно различных явлениях.

Как известно, «строение» почвы представляет результат ее генезиса, постепенного развития ее из материнской породы, которая дифференцируется на горизонты в процессе почвообразования [3]. Главнейшим агентом этой дифференциации является вода, которая при передвижении через почву переводит некоторые вещества в истинный или коллоидальный раствор и затем может выносить их из одного слоя и откладывать в другом. Тем самым горизонты в почве оказываются связанными между собой общностью происхождения и претерпевают сопряженные друг с другом изменения, вследствие чего справедливо получили название генетических горизонтов.

Не то мы видим в донных иловых отложениях. Уже само существование водоема предполагает в той или иной степени водонепроницаемость слагающих его ложе пород. Что же касается самих иловых отложений, то, согласно ряду экспериментальных данных, известно, что они уже в тонком слое в несколько сантиметров совершенно не фильтруют воду. Отсюда следует, что в озере, дно которого в средней части покрыто иловыми отложениями, подземный сток может иметь место лишь в прибрежной зоне, если там иловые отложения отсутствуют. Каждый горизонт отлагается на дне и после некоторого времени погребается новыми отложениями, исключаящими его участие в круговороте вещества в водоеме. Будучи изолированным и от процессов как в водоеме, так и в других горизонтах, отложения данного горизонта несут на себе отпечаток тех условий озера, при которых они отложились и были погребены, конечно, с учетом изменений в процессе диагенеза. Их стратификация или смена различных типов по вертикали не является, следовательно, генетической, как в почве, так как не отражает процессов в толще самих отложений, но отражает этапы эволюции озера. Именно благодаря такому харак-

теру донных иловых отложений оказывается возможным путем их анализа восстанавливать историю водоема, в котором они отлагались. И такое различие в стратификации представляет как раз то коренное различие между почвами и донными отложениями, которое не позволяет проводить между ними аналогии как природными телами. Напротив, если уж искать подобную аналогию почве, то таковую в согласии с С. Д. Муравейским можно усмотреть скорее в водной массе озера. Химическая стратификация воды, часто наблюдаемая в озерах во время легкой стагнации, имеет несомненно генетический характер, так как причиной скопления биогенных элементов в гипolimнионе служит не только их поступление из донных отложений, но и погружение отмирающих организмов из эпилимниона и последующее их разложение в нижних слоях. Различия с почвой заключается в том, что если связь между почвенными горизонтами осуществляется жидкой фазой, то здесь обмен совершается главным образом веществом во взвешенном состоянии. Но такое различие становится понятным уже при дальнейшей детализации процесса.

Все вышеизложенное позволяет ответить на вопрос, что следует считать в иловых отложениях за основную таксономическую единицу: всю ли толщу отложений, подразделяемую затем на ряд отдельных слоев, или каждый из этих последних, обладающий на своем протяжении однородными физическими и химическими свойствами. Выше мы установили, что толща донных отложений в противоположность почвам не представляет собой чего-то цельного, а наблюдаемая в них стратификация не обуславливается преобразованием самих отложений. Характер последних зависит от закономерностей развития озера. Отсюда основной таксономической единицей должен считаться каждый слой отложений. Напротив, термин «почва», как известно, употребляется в применении ко всей почвенной толще.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг Л. С. Почвы и водные осадочные породы. Почвоведение, 1945, 9—10, с. 457—479.
2. Вернадский В. И. Страницы из истории почвоведения. (Памяти В. В. Докучаева). Очерки и речи. Петроград, Изд-во АН СССР, 1922, 2, с. 15.
3. Захаров С. А. Курс почвоведения. М., Сельхозиздат, 1931, с. 1—320.
4. Зернов С. А. Общая гидробиология. М., Госизд. биол. и мед. лит., 1949, с. 1—503.
5. Муравейский С. Д. Пути построения теории биологической продуктивности водоемов. — Зоол. ж., 1936, 15, 4, с. 563—584.
6. Муравейский С. Д. Процесс стока как географический фактор. — Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., 1946, 10, 3, с. 1—310.
7. Перфильев Б. В. Биология лечебных грязей. — В кн.: Основы курортологии, М., Медиздат, 1932, 1, с. 210—233.
8. Wasmund E. Lakustrische Unterwasserböden (Seeablagerungen der nördlichen humiden Bezeit). Handb. Bodenlehre, Berlin, 1930, 5, S. 97—189.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ВЫБОР УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *OSCILLATORIA SPLENDIDA* GREW.

При изучении процессов разрушения фенола в модельных биоценозах [2] была отмечена повышенная устойчивость к этому токсиканту нитчатых синезеленых водорослей из рода осцилляторий. Они не погибали при его относительно высоких концентрациях, вплоть до 800 мг/л. Это наблюдение послужило причиной более подробного изучения отношения осцилляторий к фенолу. Первым этапом работы были поиски оптимальных условий культивирования и получение альгологически чистых культур.

Исходная культура водорослей *Oscillatoria splendida* Grew. была выделена из экспериментальных аквариумов с помощью микроманипулятора, после чего стала культивироваться на искусственной питательной среде.

Состав питательной среды выбирался с учетом скорости накопления биомассы за возможно более короткое время. Биомасса определялась путем взвешивания водорослей, отфильтрованных через фильтр № 6 и высушенных до постоянного веса. Водоросли культивировались при температуре 24—26° и освещении люминесцентными лампами ЛДЦ в 850 лк. В этих условиях прирост биомассы водорослей за 7 дней на среде Чу-10, приготовленной на водопроводной воде, составил 84, на этой же среде, но с применением дистиллированной воды — 57, на среде Фитцджеральда — 53, на среде Пратта — 35 мг/л. Среда Тамия, Горюновой, Федорова—Максимова, Таха, Зарука такого прироста не обеспечивали. Для последующих работ пользовались средой Чу-10 на дистиллированной воде. Хотя прирост биомассы на водопроводной воде был значительно выше, но такая среда не обеспечивала постоянств условий культивирования.

Барботация смесью воздуха с углекислотой при выращивании культур не использовалась, так как это снижало темп накопления биомассы.

Изучалась интенсивность фотосинтеза водорослей при разном освещении.

Освещенность, лк	850	1400	2400	3400	5000
O ₂ , мг/л	1.11	1.28	1.76	2.4	1.92

Кислород определялся методом Винклера [1]. Оптимальной оказалась освещенность в 3400 лк, которая и применялась в последующих опытах.

Наиболее активный возраст выявлялся по кислородной производительности водорослей. В течение 6 суток от одной исходной культуры ежедневно помещались равные объемы инокулята водорослей в склянки для определения кислорода, который фиксировался после 8-часовой экспозиции.

Возраст культуры, сутки	1	2	3	4	5	6
O ₂ , мг/л	2.8	2.7	2.0	1.1	0.8	0.6

Оказалось, что повышенной активностью характеризуются клетки водорослей в возрасте первых 3 суток. Наиболее активна односуточная культура.

Снижение активности фотосинтеза с возрастом культуры, возможно, объясняется изменением концентрации солей азота и фосфора, которые на 3—4-е сутки в среде не обнаруживались.

Время культивирования, сутки	Содержание биогенных элементов, мг/л	
	N	P
Исходная	6.8	1.78
1	0.5	1.7
2	0.2	1.1
3	0	0.5
4	0	0

Во всех перечисленных опытах рН находилось в пределах 7.3—8.0.

Таким образом, были выбраны следующие условия культивирования альгологически чистой культуры *Oscillatoria splendida* Grew., удовлетворяющие требованиям, необходимым для проведения последующих исследований: среда Чу-10, приготовленная на дистиллированной воде, интенсивность освещения люминесцентными лампами ЛДЦ — 3400 лк (круглосуточное), диапазон рН 7.3—8.0, возраст культуры — 1—3 суток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирова М. Г., Семененко В. Е. Интенсивная культура одноклеточных водорослей. М., Изд-во АН СССР, 1962, с. 49—50.
2. Камшилов М. М., Костяев В. Я., Лаптева Н. А., Жуков Б. Ф., Горячева Н. В., Микрякова Т. Ф., Уморин П. П., Баронкина Л. А., Захарова Л. И. Изучение деградации фенола в модельных биоценозах. — В кн.: Влияние фенола на гидробионтов. М.—Л., «Наука», 1973, с. 184—201.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Е. Р. Григорьева

О ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОСФОРА ВО ВЗВЕСЯХ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА ПОРОШКЕ ДВУОКСИ КРЕМНИЯ

При изучении трансформации состава наносов Волги каскадом верхневолжских водохранилищ исследовалось содержание азота и фосфора во взвешенных веществах. Испытуемые взвеси выделялись из воды на мембранный фильтр № 4 с накладкой из порошка двуокиси кремния (SiO₂) [1, 3].

Азот определялся по модифицированному методу Кьельдаля [4], фосфор — методом окисления серной кислотой с последующим фотометрированием на ФЭК-56 [2]. Поскольку первый этап определения азота и фосфора одинаков, целесообразно проводить

анализ этих элементов в одной пробе [3, 5]. После сжигания по Кьельдалю и разбавления пробы уплотненная фильтрованием накладка быстро оседала на дно и не мешала дальнейшим определениям. Однако необходимо было выяснить, как влияет на результат анализа возможное обогащение пробы кремниевой кислотой. С этой целью была проведена серия сравнительных определений общего фосфора в пробах натуральной воды и в тех же пробах с добавлением в них порошка SiO_2 . Полученные результаты представляют собой среднее из 3 повторностей (см. таблицу). Для анализа использовались пробы воды, отобранные в 1973 г. в водохранилищах и реках бассейна Верхней Волги, и сточная вода после биоочистки. Различия параллельных определений в натуральной воде и с добавлением SiO_2 близки к ошибкам средних значений. Это дает основание считать, что метод выделения взвесей на накладке из SiO_2 не вносит существенных погрешностей в результаты анализа и может быть использован при определении общего фосфора.

Содержание общего фосфора в пробах (мкг Р/л)

Место и дата отбора проб	Р общий	
	в натуральной воде	в воде с добавлением SiO_2
Рыбинское водохранилище, с. Коприно, 30 IX	108 \pm 0.9	107 \pm 0.4
Верхний бьеф Угличской ГЭС, 21 IX	64 \pm 3.5	62 \pm 5.5
Верхний бьеф Угличской ГЭС, 7 X	46 \pm 1.5	48 \pm 1.0
Устье р. Созь, 7 IX	102 \pm 2.9	109 \pm 2.3
Канал у пос. Борок, 26 III . . .	58 \pm 2.7	57 \pm 1.4
Сточная вода пос. Борок, 5 X	3507 \pm 70	3637 \pm 62

ЛИТЕРАТУРА

1. А лекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л. Гидрометеоиздат, 1973, с. 175—179.
2. Б руевич С. В., Костромина А. А. Определение органического и минерального фосфора в природных водах. — Ж. прикл. химии, 1938, 11, 4, с. 682—690.
3. Л арионов Ю. В., Скопинцев Б. А. Полное выделение органических взвесей из природных вод. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 19, с. 68—70.
4. Т рифонова Н. А., Калипина Л. А., Об определении общего азота в воде. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 17, с. 64—65.
5. G o l t e r m a n H. Z. Methods for Chemical Analysis of Fresh waters. London, 1971, p. 1—76.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

РЕГЕНЕРИРОВАНИЕ МЯСО-ПЕПТОННОГО АГАРА ДЛЯ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЕВАХ

При микробиологических исследованиях воды, почвы и других объектов в качестве питательных сред чаще всего используется мясо-пептонный агар (МПА). Как известно, он содержит концентрированные экстракты мяса, белковые препараты и агар-агар. Для приготовления 1 л мясного бульона необходимо 0.5 кг высокосортного мяса. Вторичное, хотя бы частичное, использование МПА, РПА (рыбо-пептонный) экономически выгодно. Обычно после подсчета численности микроорганизмов на среде в чашках Петри ее выбрасывают.

Мы поставили целью определить возможность регенерации питательного агара с дальнейшим использованием его при определении численности сапрофитных бактерий в водоемах.

Для регенерации пластинки агара из чашек Петри собирались в колбу с широкой горловиной. После этого среда осторожно расплавлялась на электрической плитке до кипения и фильтровалась в воронке через слой марли и ваты таким образом, что свернувшиеся колонии микроорганизмов оставались на фильтре. В среду добавлялось 10% водопроводной воды от общего объема фильтра для восполнения потерь ее при высушивании пластинок агара. Затем среду стерилизовали обычным способом в автоклаве. Цвет ее получается несколько темнее исходной. Для проверки качества среды были произведены посевы воды, отобранной в марте и апреле 1973 г. из различных водоемов Латвии, на исходную и регенерированную.

Из результатов (см. таблицу) видно, что количество колоний бактерий в 1 мл воды из разных водоемов на том и другом агаре колебалось от 170 до 4000.

В целом сумма бактериальных колоний на исходном РПА была равна 20898, на регенерированном — 26992, т. е. результаты фактически совпадали. Расхождения находятся в пределах ошибки данного метода.

Зимой 1974 г. посевы были повторены из проб воды Рыбинского водохранилища. Результаты этих посевов, полученные после 96 час. инкубации, также свидетельствуют о том, что численность колоний бактерий на исходном и регенерированном питательном агаре практически совпадает.

Станция	На исходном агаре	На регенерированном агаре
Средний Двор	275	275
Брейтово	170	100
Наволоч	5570	4900
Молога	2050	2850
Всего	8065	8125

**Численность колоний микроорганизмов в посевах воды
водоемов Латвии на РПА и РПА-регенерированном**

Водоем	Число колоний на РПА		Время инкубации посевов, часы
	исходном	регенери- рованным	
Оз. Деменес	170	250	48
	200	240	48
	348	472	48
Оз. Вишки	400	210	96
Оз. Доткас	700	880	48
Оз. Шенгейдас	2400	2880	48
	4000	4000	144
	2860	4960	48
Р. Даугава	1120	1200	48
	230	400	96
	900	1500	110
	1880	1120	110
	1080	1560	110
	1000	880	110
	1080	1300	110
	960	1120	110
	1300	2900	110
Всего	20898	26992	—

Поэтому мы рекомендуем использовать МПА и РПА вторично после соответствующей регенерации. Регенерированным агаром можно пользоваться и в учебных заведениях, где ведутся лабораторные занятия по микробиологии.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. И. Романенко, А. С. Даукшта

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ СПОР
ПРИ ОБРАБОТКЕ ПРОБ ВОДЫ
И ГРУНТА ЭТИЛОВЫМ СПИРТОМ**

В микробиологических исследованиях для определения численности бактериальных спор в пробах воды и грунта вегетативные клетки предварительно убиваются путем прогревания на водяной бане при 80° в течение 10 мин. Известно, что при действии этилового спирта вегетативные клетки также погибают, а споры бактерий остаются жизнеспособными в течение продол-

жительного времени [1, 2]. В опытах с чистыми культурами спорообразующих бактерий *Bac. subtilis* и *Bac. mycoides*, в которых находились и споры и вегетативные клетки, нами было установлено, что после прогрева и обработки параллельных образцов этиловым спиртом численность колоний при высеве на мясопептонный агар (МПА) выражалась совпадающими величинами.

В дальнейшем нами были проведены такие же опыты с донными отложениями из Рыбинского водохранилища и почвами, взятыми на берегу.

1 г ила вносили в колбу с 100 мл стерильной воды, из которой после тщательного перемешивания производили серию 10-кратных разведений в пробирках с 9 мл такой же воды. Первая пробирка (3-е разведение) в этом ряду была заполнена 9 мл 96°-го этилового спирта, а последующие — стерильной водой. При прохождении через спирт все вегетативные клетки погибали и при высеве вырастали бактериальные колонии только из спор. Такого рода стерилизация может быть проделана в 1-м и во 2-м разведениях, если количество спор в испытуемых пробах невелико.

Параллельно из этих же колб делали разведения в пробирках на одной стерильной воде. После посева на МПА, для учета общей численности сапрофитных бактерий, вегетативные клетки в этом ряду пробирок убивали прогреванием на водяной бане и посев повторяли для учета количества спор. По результатам (табл. 1) видно, что количество спор, обнаруженное в грунтах и почвах, после обработки параллельных образцов нагреванием или спиртом выражается весьма близкими величинами, различие находится в пределах ошибки метода посевов.

Для определения численности спор в воде, ввиду того что содержание их здесь невелико, соотношение воды и спирта брали как 1 : 3, т. е. к 1 мл воды добавляли 2 мл спирта. В этом случае конечная концентрация алкоголя была равна 70°. Известно [1], что 70°-й раствор спирта убивает вегетативные клетки бактерий даже эффективнее, чем 96°-й.

Проведенные нами опыты с бесспоровыми, но очень устойчивыми к воздействию внешних факторов бактериями (*Mycobacterium* и *Staphylococcus*) также показали, что они почти моментально гибнут в 96°-м и 70°-м спирте. Из приведенных данных (табл. 2) следует, что и в воде споры бактерий можно учесть после обработки спиртом. Правда, в приведенных (табл. 2) результатах анализа общая сумма спор при обработке спиртом была в 2 раза больше, чем в случае пастеризации, но при коротком ряде наблюдений и малом содержании спор такие отклонения возможны.

Нами был опробован и другой способ обработки спиртом, который применим при очень низком содержании микроорганизмов в воде, и который также дал хорошие результаты. Воду профильтровывали в стерильной воронке через мембранные фильтры № 3. Затем через этот фильтр пропускали 5 мл спирта и 2—3 мл стерильной воды. После этого фильтры маркировали и раскла-

Количество спор в грунтах и прибрежных почвах Рыбинского водохранилища при определении двумя методами (тыс. в 1 г)

	Глубина отбора ила, см	Общее количество сапрофитных бактерий	Количество спор	
			после пастеризации	после обработки спиртом
В иловых отложениях				
Затопленный г. Молога	0	340	17	17
	10	112	8	33
Наволоч	0	70	9	15
	10	70	14	12
	20	40	18	40
Измайлово	0	200	19	49
	10	270	42	43
Брейтово	0	280	41	24
Коприно	0	2240	275	245
	15	2100	23	32
Всего	—	5722	466	510
В прибрежных почвах				
Песок	0	34	2	3
Песчаная почва	0	46	8	4
Дерновая почва	0	3000	30	40
Компост из листьев	0	42000	140	130
Всего	—	45080	180	177

П р и м е ч а н и е. Пробы воды и грунта взяты в январе 1974 г.

Т а б л и ц а 2

Количество спор в воде Рыбинского водохранилища при определении двумя методами (в 1 мл)

Станция	Количество сапрофитных бактерий	Количество спор	
		после пастеризации	после обработки спиртом
Затопленный г. Молога	2050	8	9
Наволоч	5570	7	18
Измайлово	2520	9	12
Брейтово	170	12	5
Средний Двор	275	7	18
Всего	10585	33	69

дывали на питательную среду. Опыты показали, что все вегетативные клетки были убиты, а на фильтрах вырастали колонии бактерий из спор.

Таким образом, после соответствующей обработки проб воды и грунта 70°-м и 96°-м спиртом вегетативные клетки микроорганизмов погибают и в посевах можно учесть содержание спор. В ряде случаев этот метод может быть более удобен, чем метод пастеризации.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В а ш к о в В. И. Средства и методы стерилизации, применяемые в медицине. М., «Медицина», 1973, с. 376.
2. Р о м а н е н к о В. И., Д а у к ш т а А. С. Стерилизация чашек Петри и пипеток в полевых условиях путем обжигания. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 24, с. 63.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. И. Романенко, М. Перес Ейрис,
В. М. Кудрявцев, М. Аврора Пубиёнес

РАДИОАВТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА БАКТЕРИЙ В ВОДОЕМАХ

Радиоавтографический метод определения количества автотрофных микроорганизмов был первоначально предложен для учета метанооксиляющих бактерий [2]. Как оказалось в дальнейшем, с помощью этого способа еще четче дифференцируются от гетеротрофных колонии водородоксиляющих бактерий. В лабораторных условиях было показано, что колонии, выросшие на мембранных фильтрах из чистой культуры тионовых бактерий на питательной среде с радиоактивным карбонатом, дают хорошие отпечатки на фотопленке [1]. Нами был опробован этот метод для определения количества этих бактерий в меромектическом оз. Вае де Сан Хуан во время экспедиции по Кубе летом 1973 г.

Озеро расположено в провинции Пинар-дель-Рио, возле пос. Сан Хуан. Оно небольшое, карстового происхождения [3], имеет почти правильную круглую форму диаметром 133 м и глубиной около 24 м. Берега круто обрываются в воду. Прозрачность по диску Секки равна 2.6 м. В поверхностном 5-метровом слое интенсивно протекают процессы фотосинтеза. Растворенный кислород постепенно исчезает с глубины 7.5—8 м и на 10 м его совсем

нет. С 9 м появляются следы сероводорода, затем количество его увеличивается, достигая максимума в слое с 12 м до дна 104 мг $\text{H}_2\text{S}/\text{л}$. На глубине 10—12 м расположен слой зеленых серобактерий и вода имеет ярко-красный оттенок. Температура поверхностного слоя воды в июле равна 31, на 6 м — 27, на 10 м и ниже — 24.2°. Наиболее интенсивно процесс редукции сульфатов идет под слоем пурпурных бактерий в воде на глубине 13 м. Минера-



Радиоавтографы колоний тионовых бактерий.

лизация воды глубже 12 м в 5 раз больше, чем в поверхностном слое.

Пробы воды отбирались плексигласовым батометром Рутнера. По 1 мл воды профильтровывалось через прокипяченные мембранные фильтры № 3, после чего они маркировались и раскладывались стороной, противоположной фильтрации, на агаризованную среду Бейеринка. Прежде чем разлить среду в чашки Петри, в каждую из них вносилось по 1 мл раствора радиоактивного карбоната с активностью под счетчиком Гейгера $0.3 \cdot 10^6$ имп./мин. Для повышения удельной активности изотопа в питательной среде Бейеринка содержание карбонатов было уменьшено с 1 до 0.05 г в 1 л.

Чашки Петри с фильтрами помещались в полиэтиленовые мешочки (лучше помещать в эксикаторы), а затем в мешочки из непрозрачного материала. Края их подгибались так, чтобы изолировать чашки от внешней среды и C^{14}O_2 не улетучивалась. Через 2—4 суток фильтры снимались со среды, высушивались и складывались в чашку Петри. В лаборатории они обрабаты-

вались 0.1%-м раствором соляной кислоты для того, чтобы удалить радиоактивный карбонат, загрязняющий фильтры. Затем они помещались на 5—10 мин. на раствор кислоты, а затем на дистиллированную воду. После высушивания фильтры приклеивались к полоске жесткой бумаги диаметром 35 мм и длиной около 1 м на расстоянии 2 см один от другого. Конец бумаги обрезался под углом и вставлялся в стержень кассеты от фотоаппарата. В темноте таким же образом вставлялась фотопленка РФ-3 светочувствительным слоем к фильтрам, после чего пленка и бумага туго наматывались вокруг стержня, обвязывались ниткой и помещались в светонепроницаемый мешочек.

Через 10 дней фотопленка проявлялась в контрастном проявителе и черные отпечатки колоний подсчитывались под микроскопом МБС-1.

Как видно из рисунка, на котором засняты радиоавтографы, микроколонии бактерий производят на фотографической пленке весьма четкие отпечатки. Результаты подсчета численности тионовых бактерий в меромиктическом оз. Вае де Сан Хуан (на Кубе) приведены ниже.

Глубина, м	Количество бактерий в 1 мл	Глубина, м	Количество бактерий в 1 мл
0	110	10	520
2	76	11	380
4	95	12	50
7	1240	14	240
7.5	400	20	19
8.0	73	24	16

Из приведенных данных видно, что тионовые бактерии имеются во всей толще воды. Максимум их находится на глубине 7—10 м как раз в зоне с оптимальными условиями для их развития. Величины, которые были получены ниже 12 м, возможно, являются результатом загрязнения батометра при прохождении вышележащих слоев с большим содержанием этих организмов.

Таким образом, тионовые бактерии могут быть хорошо учтены в водоемах описанным выше способом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов С. И., Романенко В. И., Соколова Р. А. Радиоавтографический метод учета хемосинтезирующих бактерий. — Тр. X научн. конф. по внутр. водоемам Прибалтики. Минск, «Наука и техника», 1964, с. 273—277.
2. Романенко В. И. Учет метанооксилюющих бактерий в воде методом радиоавтографии колоний с мембранных фильтров. — Бюлл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, 5, с. 40—42.
3. Jimenes Nunez A., Panos V., Stelcl O. Carsos de Cuba. Serie Espeleologica y Carsologica. 2. Inst. de Geografia, Dpto de Espeleologia. Academia de Ciencias de Cuba, Havana, 1968, p. 1—47.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР
Департамент экологии леса, Куба

МОДИФИКАЦИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ПРОЗРАЧНОСТИ ВОДЫ

Для измерения прозрачности воды в настоящее время широко применяются различные типы фотоэлектрических датчиков прозрачности, в которых чувствительным элементом служит фотосопротивление, обладающее не всегда достаточной чувствительностью.

В целях повышения чувствительности и точности измерения прозрачности воды в Институте биологии внутренних вод АН

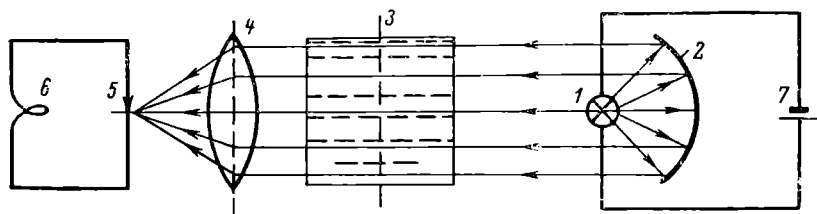


Рис. 1. Принципиальная схема метода измерения и регистрации прозрачности воды.

Объяснения в тексте.

СССР модифицирован фотоэлектрический датчик, чувствительным элементом которого является точечный фотодиод. Принципиальная схема метода измерения и регистрации с этим датчиком представлена на рис. 1.

Собственно датчик состоит из следующих основных элементов: осветителя (1), рефлектора (2), измерительной камеры (3), короткофокусной собирающей линзы (4) и фотодиода (5). Осветитель предназначен для создания светового потока, который с помощью рефлектора направляется на измерительную камеру с исследуемой водой. Собирающая линза служит для фокусирования светового потока в одной точке на фотодиоде, предназначенном для преобразования светового потока в электрический сигнал. Электрическое питание осветителя осуществляется от посторонней аккумуляторной батареи (7). Электрический сигнал от фотодиода регистрируется вибратором (6) светолучевого осциллографа.

При изменении прозрачности воды, протекающей через измерительную камеру, изменяются световой поток после камеры и освещенность фотодиода, а, следовательно, электродвижущая сила, развиваемая фотодиодом. Таким образом, прозрачность воды преобразуется в ЭДС, измеряя которую можно судить о степени прозрачности воды. Значительное увеличение чувствительности датчика получено благодаря применению рефлектора и собирающей линзы, которые усиливают изменение светового потока, падающего на фотодиод. В отличие от других фотоэлектрических

датчиков прозрачности фотодиод работает в режиме А, как вентильный фотоэлемент и не требует внешнего источника напряжения. Конструктивно датчик представляет собой цилиндрическую трубу диаметром 66 мм, длиной 200 мм, через которую проходит исследуемая вода. В середине по длине трубы с противоположных сторон приварены 2 патрубка: в один патрубок монтируется съемный герметичный узел осветителя с рефлектором, в другой — герметичный узел приемника, содержащий собирающую линзу и фотодиод. Съемные узлы осветителя и приемника отделены от измерительной камеры прозрачными перегородками из оргстекла, которые в процессе эксплуатации датчика должны механически очищаться от отложений, так как наличие последних занижает показания датчика.

Из спектральной характеристики фотодиода датчика видно, что она не имеет полосы равномерного пропускания частот (рис. 2). Наибольшая чувствительность наблюдается на длине волны около 1.5 мкм, на участке видимого света она приблизительно вдвое меньше

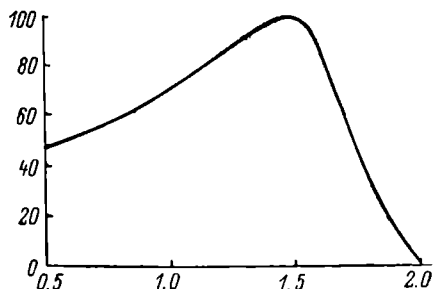


Рис. 2. Спектральная характеристика фотодиода датчика.

По оси ординат — относительный ток (I), %; по оси абсцисс — длина волны (λ), мкм.

максимальной, что необходимо учитывать при анализе результатов измерений.

Качество работы датчика было проверено в натурных условиях на Рыбинском водохранилище в комплекте с термозондом и светолучевым осциллографом К-12-21 [1]. Определялось изменение показаний датчика, являющихся косвенными показателями прозрачности, по глубине водоема. Предварительная специальная тарировка датчика в лабораторных условиях не проводилась.

Проверка показала что, качество работы датчика вполне удовлетворительное. После проведения тарировки датчик предполагается включить в комплект специального гидрозонта для одновременного измерения и регистрации глубины водоема, температуры, электропроводности, освещенности и прозрачности воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов А. М. и Литвинов А. С. Зонд для измерения температуры воды и глубины водоема. Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 19, с. 71—74.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ИНФОРМАЦИИ

О годичном общем заседании Комиссии АН СССР по разработке проблем охраны природных вод (М. М. Камшилов)	3
---	---

СООБЩЕНИЯ

А. В. И в а т и н. Корреляция между общей численностью бактерий и количеством взвешенных веществ в воде Куйбышевского водохранилища	4
В. М. К у д р я в ц е в. Влияние иловых отложений на интенсивность минерализации водорослей	6
Н. А. Л а п т е в а, С. И. Г е н к а л. Формы бактерий, развивающихся на бедных питательных средах	9
А. И. С а р а л о в. Фиксация молекулярного азота в грунтах Рыбинского водохранилища	12
И. М. Б а л о н о в. Влияние температуры и света на миграции <i>Synura petersenii</i> Korsch. (<i>Chrysophyta</i>)	16
А. М. Р о щ и н. Изменение размеров ядерного компонента в онтогенезе двух видов рода <i>Coscinodiscus</i> Ehrh.	19
В. А. Э к з е р ц е в. О растительности Саратовского водохранилища	22
В. А. Э к з е р ц е в, В. И. А р т е м е н к о. К флоре Саратовского водохранилища	26
Т. М. В л а д и м и р о в а, Л. М. С е м е н о в а, А. В. М о н а к о в. Зоопланктон Рыбинского водохранилища в 1968—1970 гг. . .	29
Б. Ф. Ж у к о в. К фауне зоофлагеллат оз. Байкал	32
П. П. У м о р и н. Питание некоторых инфузорий жгутиконосцами <i>Bodo caudatus</i> (Duj.) Stein и <i>Pleuromonas jaculans</i> Perty	34
Р. А. Р о д о в а. Самки хирономид (<i>Diptera, Chironomidae</i>). XIV. <i>Harnischia surtilamellata</i> (Malloch, 1915)	38
Т. Н. К у р а ж с к а я. О морфофункциональных изменениях слюнной железы <i>Chironomus plumosus</i> L.	41
В. М. Т а р а н о в а. Материалы по фауне стрекоз (<i>Odonata</i>) Рыбинского водохранилища и прилегающих водоемов.	45
М. Н. И в а н о в а. Сезонные изменения относительного веса сердца у щуки и окуня	48
Ф. И. М е ж н и н. Влияние хлористого натрия на митотическую активность некоторых тканей личинок окуня	52
<u>В. Д. К о н ш и н</u> , С. И. К у з н е ц о в. К вопросу о коренном различии между почвами и донными иловыми отложениями. . . .	54
А. В. Г о н ч а р о в а. Выбор условий культивирования <i>Oscillatoria splendida</i> Grew.	58
Е. Р. Г р и г о р ь е в а. О возможности определения фосфора во взвешях, выделенных на порошке двуокиси кремния	59
А. С. Д а у к ш т а. Регенерирование мясо-пептоного агара для вторичного использования при микробиологических посевах . . .	61
В. И. Р о м а н е н к о, А. С. Д а у к ш т а. Определение численности бактериальных спор при обработке проб воды и грунта этиловым спиртом.	62
В. И. Р о м а н е н к о, М. П е р е с Е й р и с, В. М. К у д р я в ц е в, М. А в р о р а П у б и ё н е с. Радиоавтографический метод определения количества бактерий в водоемах. . .	65
А. М. С м и р н о в, В. П. С а м о й л е н к о. Модификация фотозлектрического датчика прозрачности воды.	68

I N F O R M A T I O N S

On the annual general meeting of the Ac. Sci. USSR Commission on the problems of preservation of natural waters (<i>M. M. Kamshilov</i>) . . .	3
--	---

A R T I C L E S

A. V. I v a t i n. Correlation between the total number of bacteria and the amount of suspended matter in the Kuibyshevskoe reservoir	4
V. M. K u d r y a v t s e v. The influence of mud deposits on the intensity of mineralization of algae.	6
N. A. L a p t e v a, S. I. G e n k a l. Bacterial forms growing on poor nutrient media	9
A. I. S a r a l o v. The molecular nitrogen fixation in the deposits of the Rybinskoe reservoir	12
I. M. B a l o n o v. The influence of temperature and light on migrations of <i>Synura petersenii</i> Korsch. (<i>Chrysophyta</i>)	16
A. M. R o s h c h i n. Changes in the dimensions of the nuclear component in ontogenesis of two species of the genus <i>Coscinodiscus</i> Ehr.	19
V. A. E k z e r t s e v. On the vegetation of the Saratovskoe reservoir	22
V. A. E k z e r t s e v, V. I. A r t e m e n k o. On the flora of the Saratovskoe reservoir.	26
T. M. V l a d i m i r o v a, L. M. S e m e n o v a, A. V. M o n a k o v. The zooplankton of the Rybinskoe reservoir in 1968—1970	29
B. F. Z h u k o v. On the fauna of zooflagellates of lake Baikal	32
P. P. U m o r i n. Feeding of some infusoria on the flagellates <i>Bodo caudatus</i> (Duj.) Stein and <i>Pleuromonas jaculans</i> Perty.	34
R. A. R o d o v a. The chironomid females (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>). XIV. <i>Harnischia curtilamellata</i> (Malloch, 1915)	38
T. N. K u r a z h s k o v s k a y a. On the morpho-functional changes in the salivary gland of <i>Chironomus plumosus</i> L.	41
V. M. T a r a n o v a. On the fauna of dragonflies (<i>Odonata</i>) of the Rybinskoe reservoir and adjacent water-bodies	45
M. N. I v a n o v a. Seasonal changes in the relative heart weight in pike and perch	48
F. I. M e z h n i n. The influence of sodium chloride on the mitotic activity of some tissues in perch larvae	52
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">V. D. K o n s h i n</div> , S. I. K u z n e t s o v. On the basic difference between soils and bottom mud sediments	54
A. V. G o n c h a r o v a. Choosing of culture conditions for <i>Oscillatoria splendida</i> Grew.	58
E. R. G r i g o r i e v a. On the possibility of phosphorus determination in suspensions, separated on the silica powder.	59
A. S. D a u k s h t a. Regeneration of the meat-peptone agar for repeated using in microbiological works	61
V. I. R o m a n e n k o, A. S. D a u k s h t a. Determination of the number of bacterial spores when treating water and soil samples with ethanol	62
V. I. R o m a n e n k o, M. P e r e s E i r i s, V. M. K u d r y a v t s e v, M. A v r o r a P u b i e n e s. Radiographic method of determination of the thio bacteria number in water-bodies	65
A. M. S m i r n o v, V. P. S a m o i l e n k o. Modification of photoelectric feeler of water transparency	68
	71

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 26

Утверждено к печати

*Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР*

Редактор издательства Л. М. Маковская

Технический редактор В. В. Шиханова

Корректор Г. А. Александрова

Сдано в набор 22/I 1975 г. Подписано к печати
18/VI 1975 г. Формат бумаги $60 \times 90^{1/16}$.
Бумага № 2. Печ. л. $4\frac{1}{2}=4,50$ усл. печ. л.
Уч.-изд. л. 5,01. Изд. № 5988. Тип. зак. № 47,
М-56054. Тираж 900.
Цена 35 коп.

Ленинградское отделение издательства «Наука»
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская линия,
д. 1

1-я тип. издательства «Наука».
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12