

06
ИБВВ

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

22

34.120-77.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 22



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград · 1974

Редакционная коллегия:

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

© Институт биологии внутренних вод АН СССР, 1974 г.

КООРДИНАЦИОННОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМЕ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ

13 и 14 марта 1973 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР (Борок) состоялось третье координационное совещание учреждений-соисполнителей задания ГКНТ СМ СССР 0.01 330а «Разработать теоретические основы процессов круговорота веществ и биологического самоочищения водоемов с целью улучшения качества воды» по разделам а1 «Установить особенности круговорота основных биогенных элементов в водоемах и водотоках с целью оптимизации процессов формирования качества воды» и а3 «Установить зависимость между биологической продуктивностью и качеством воды и выяснить общие закономерности самоочищения водоемов и водотоков с целью управления этими процессами».

В совещании приняли участие представители девяти учреждений-соисполнителей: Институт биологии внутренних вод АН СССР (головная организация), Институт гидробиологии АН УССР, Гидрохимический институт, ВНИИВО, Московский государственный университет, Институт ботаники АН ТССР, Днепропетровский государственный университет, ВНИИПРХ, Институт озерадения АН СССР.

Были заслушаны информация научного куратора задания М. М. Камшилова (Институт биологии внутренних вод АН СССР) об итогах работы институтов-соисполнителей, сообщения представителей участников совещания о результатах работы по заданию и о планах исследований на 1973 г., а также шесть научных докладов.

Совещание отметило значительную работу, проведенную головным институтом и институтами-соисполнителями как в целом по заданию 0.01 330а, так и по его разделам а1 и а3. Полученные научные результаты исследований имеют несомненную теоретическую и практическую значимость.

Для усиления работ по выполнению задания 0.01 330а 1,3 в третьем решающем году пятилетки совещание сочло целесообразным продолжать работу по дальнейшей консолидации усилий учреждений-соисполнителей. В частности, следует продолжить практику созыва координационных совещаний, являющихся удобной формой взаимного обмена текущей научной информацией и координации научно-исследовательских работ.

Очередное координационное совещание решено созвать в Бороке в начале 1974 г.

М. М. Камшилов

Э. Г. Д о б р ы н и н

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИВАША И ИСПАРИТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ СОЛЯНЫХ ПРОМЫСЛОВ

Проведенное в мае—июне 1966 г. обследование Сиваша и ряда рапных водоемов выявило их высокую продуктивность при концентрации солей в воде до 20% [4]. В 1972 г. нами проведено исследование Сиваша и некоторых рапных водоемов соляных промыслов в конце августа—сентябре, когда концентрация соли в рапе достигает 30%. Цель работы заключалась в оценке интенсивности продукционных и некоторых бактериальных процессов в столь экстремальных для жизнедеятельности организмов условиях.

Сиваш представляет собой мелководный залив Азовского моря (длина 117 км, ширина 3—5 км), соединенный с морем в северной своей части узким (около 100 м шириной) проливом, а на остальном протяжении отделенный от него полуостровом Арабатская Стрелка. Вследствие испарения уровень воды в Сиваше на 70 см ниже, чем в море, и морская вода непрерывно поступает в залив. Концентрация солей постепенно повышается от места поступления морской воды к концу залива с 10 до 100 г/л.

Оз. Геническое расположено в северной части Арабатской Стрелки и соединено с Сивашом узким, перекрытым шлюзами, проливом. Поступление воды в озеро прекращается весной, и к концу лета концентрация рапы вследствие испарения достигает 280 г/л.

Испарительные бассейны соляных промыслов заполняются в следующей последовательности: вода из Сиваша поступает в первый бассейн (А) и через некоторое время концентрация солей в нем повышается, после чего рапу сливают в другой бассейн (Б), затем в третий (В), в котором и происходит садка соли. Освобождающиеся бассейны заполняются новой порцией воды или рапы. Концентрация солей в разных бассейнах такой цепи различна.

Пробы воды и ила были взяты на шести станциях, положение и краткое описание которых приведены в табл. 1.

Нами выполнены определения интенсивности фотосинтеза и величин гетеротрофной ассимиляции углекислоты с применением радиоактивного

Гидрологическая характеристика станций отбора проб

№ станции	Местоположение станции	Глубина, м	Удельный вес воды, т/м ³	Окраска рапы	Температура, °С
1	Сиваш — серелина . .	0.30	1.06	Бесцветная	22
2	Сиваш — южная часть	0.40	1.09	»	25
3	Оз. Геническое — у берега	0.15	1.28	»	37
4	Оз. Геническое — в центре	0.25	1.28	»	37
5	Сольпром Зап. Сиваш (бассейн Б)	0.20	1.19	Красная	27
6	Сольпром Зап. Сиваш (бассейн В)	0.20	1.25	»	26

изотопа ¹⁴C. Для подсчета общей численности бактерий через мембранный фильтр радиусом 1 см с порами диаметром 0.3 мкм профильтровывали 1.0 мл воды. Об интенсивности деструкции органического вещества судили по разности содержания O₂ в начале и в конце суточной экспозиции проб воды в склянках. Численность сапрофитных бактерий учитывали посевами проб воды на РПА и на РПА с добавлением NaCl до конечной концентрации 6, 12, 18%. Интенсивность сульфатредукции определяли с помощью радиоактивного изотопа ³⁵S. Все методы описаны в руководстве С. И. Кузнецова и В. И. Романенко [1].

Удельный вес воды измеряли ареометром и по полученным величинам рассчитывали соленость в г/л. Продукцию бактериальной биомассы определяли по формуле:

$$P = \frac{C \cdot 100}{6} [2],$$

где P — продукция бактериальной биомассы, мкг, C — гетеротрофная ассимиляция CO₂, мкг, 6 — доля гетеротрофной ассимиляции CO₂ в % от углерода бактериальной продукции [3].

Продукция органического вещества фитопланктоном в открытой части Сиваша достигала 0.145 мг С/л в сутки (табл. 2), что соответствует уровню фотосинтеза в мезотрофных пресных водоемах средней полосы СССР. Большая интенсивность фотосинтеза в южной части Сиваша (на ст. 2) обусловлена переходом в планктон нитчатой водоросли *Cladophora sivashensis* при повышении солености до 100 г/л. При солености 50 г/л (ст. 1) *Cl. sivashensis* находится в прикрепленном состоянии [4]. Значительных величин (до 4.1 мг С/л в сутки) первичная продукция достигает в рапных водоемах, концентрация солей в которых равна 250 г/л. Столь высокий уровень первичной продукции наблюдается в водоемах с интенсивным розовым или красным цветом рапы. В оз. Геническом с еще более концентрированной, но бесцветной рапой (ст. 3 и 4) даже с по-

Таблица 2

Первичная продукция, гетеротрофная ассимиляция CO_2 и деструкция органического вещества (в сутки)

№ станции	Первичная продукция, мкг С/л	Бактериальная ассимиляция CO_2 , мкг С/л	Продукция бактериальной биомассы, мкг С/л	Деструкция органического вещества	
				мг O_2 /л	мкг С/л в сутки
1	85	8.0	133	1.17	386
2	145	23.6	393	0.58	192
3	—	44.1	730	0.81	270
4	—	25.3	420	0.32	106
5	4130	67.2	1120	2.62	865
6	1700	122.0	2030	0.93	308

мощью радиоактивного углерода не удалось обнаружить и следов фотосинтеза.

Высокой активностью обладает специфическая микрофлора рапных водоемов. Осуществляемая ею ассимиляция углекислоты в темноте сравнима с количеством углерода, ассимилированного в процессе фотосинтеза, а вычисленная продукция бактериальной биомассы часто превышает продукцию органического вещества за счет фотосинтеза.

Общее число бактерий в рапе обследованных станций достигает 20 млн/мл. Ниже представлены данные по общей численности бактерий и бактерий, растущих на РПА с различным содержанием NaCl (табл. 3).

Таблица 3

Численность бактерий

№ станции	Концентрация солей, г/л	Общее количество бактерий, млн/мл	Бактерии (тыс. мл), растущие на РПА с NaCl, %				Доля сапрофитов от общего количества бактерий, %
			0	6	12	18	
1	50	2.3	140	220	65	60	10
2	100	2.7	155	80	40	60	5.8
3	280	12.5	170	180	9.5	8	1.4
4	280	11.6	80	70	11.5	9.5	0.7
5	200	16.9	145	190	40	52	1.1
6	250	21.6	70	40	110	50	0.5

Основная масса сапрофитных бактерий при посеве даже высококонцентрированной рапы развивается на средах с низким содержанием NaCl. Для большинства бактерий, таким образом, характерна высокая галотолерантность, и лишь небольшая их часть может принадлежать к строго галофильным формам.

Значительное содержание сульфатов и сульфидов в илах рапных водоемов способствует развитию сульфатредуцирующих бак-

терий и процесса сульфатредукции, интенсивность которого достигает 57 мг S/H₂S на 1 кг ила в сутки:

№ станции	Содержание сульфатов, мг/кг ила	Содержание сульфидов, мг/кг ила	Интенсивность сульфатредукции, мг S/H ₂ S на 1 кг ила в сутки
1	1000	376	20.5
2	2260	167	34.4
3	3400	5050	57.0
5	6530	3420	40.7

Проведенное обследование рапных водоемов выявило высокую интенсивность фотосинтеза в них при концентрации солей до 250 г/л. Общее число бактерий в рапе превышает 20 млн./мл. В рапе испарительных бассейнов интенсивно протекают процессы бактериальной ассимиляции углекислоты. В иловых отложениях Сиваша, рапных озер и бассейнов интенсивность сульфатредукции достигает 20—60 мг S/H₂S на 1 кг ила в сутки, что значительно превышает сульфатредукцию в пресных водоемах.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кузнецов С. И., Романенко В. И. Микробиологическое изучение внутренних водоемов. М.—Л., 1963.
2. Кузнецов С. И., Романенко В. И., Карпова Н. С. Численность бактерий и продукция органического вещества в водной массе Рыбинского водохранилища в 1963 и 1964 гг. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1966, 13 (16).
3. Романенко В. И. Гетеротрофная ассимиляция CO₂ бактериальной флорой воды. — Микробиол., 1964, 33, 2.
4. Романенко В. И., Кузнецов С. И. Микрофлора Сиваша и некоторых соляных промыслов Крыма. Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969, 19 (22).

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н. А. Лаптева!

ГЕТЕРОТРОФНАЯ АССИМИЛЯЦИЯ УГЛЕКИСЛОТЫ БАКТЕРИЯМИ ПРИ РАЗВИТИИ НА ФЕНОЛЕ

В опытах по изучению гетеротрофной ассимиляции углекислоты [1—4] показано, что бактерии интенсивно ассимилируют углерод CO₂ при росте на пептоне, сахаре, крахмале, а также на керосине, соляровом масле и др.

Задача настоящего исследования — определение способности некоторых видов, растущих на феноле, ассимилировать углекислоту.

Опыты проводились с рядом чистых культур, которые интенсивно окисляют фенол в концентрациях от 50 до 800 мг/л: *Pseudomonas denitrificans*, *Micobacterium mucosum* — штаммы 12—22, из рода *Chromobacterium* и культура из дополнения к сем. *Bacteriaceae*.

В качестве питательной среды использовали очищенную водопроводную воду с добавкой солей азота и фосфора: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — 120, KH_2PO_4 — 40 мг/л. Непосредственно перед опытом в среду вносили фенол — 100 мг/л и стерильный раствор бикарбоната натрия из расчета 100 мг/л среды. Определение углерода бикарбонатов в среде производили путем отгонки уголекислоты из кислого раствора. pH среды устанавливали в пределах 7.4—7.6. Затем среду засевали 3-суточной культурой бактерий, выращенных на среде указанного состава, из расчета от 1.0 до 6.0 млн/кл. в 1 мл среды.

После перемешивания содержимое колбы разливали в стерильные склянки с резиновыми пробками емкостью 600 мл. Склянки наполняли средой объемом 400 мл. После этого в каждую склянку вносили по 4 мл стерильного раствора радиоактивного изотопа углерода в виде $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$ с активностью под счетчиком 1.2×10^6 имп./мин. Контролем служили склянки без фенола. Посевы инкубировали в термостате при температуре 28°. Через определенные промежутки времени опыт снимали. Содержание фенола определяли пирамидиновым методом, численность бактерий — методом прямого счета, радиоактивность бактериальных клеток — под торцовым счетчиком Гейгера—Мюллера. Уголекислоту, ассимилированную бактериями, рассчитывали по известной формуле Стимана-Нильсона [5]. Опыты проводили в 2—3-кратной повторности.

Ниже представлены результаты анализов по ассимиляции уголекислоты бактериями при развитии их на феноле (см. таблицу).

Из приведенных данных видно, что все исследованные культуры, используя фенол как источник питания, ассимилируют уголекислоту. При этом наблюдается определенная зависимость между количеством потребленной уголекислоты отдельными видами бактерий, интенсивностью окисления фенола и численностью бактерий. Причем эта зависимость довольно постоянна для всех культур. Ассимиляция C/CO_2 бактериями возрастала по мере того, как шло увеличение численности бактерий и интенсивно окислялся фенол. Виды бактерий, которые интенсивно окисляли фенол, наиболее активно ассимилировали C/CO_2 . Активными были культуры бактерий *Pseudomonas denitrificans* и *Micobacterium mucosum*. Максимальная ассимиляция у этих бактерий наблюдалась через 42 часа от начала опыта. Менее интенсивно ассимилировали C/CO_2 бактерии из рода *Chromobacterium* — максимум появился через 120 час. У всех исследованных культур максимальные величины ассимиляции уголекислоты отмечены, когда фенол в среде почти полностью окислился и численность бактерий достигла максимума.

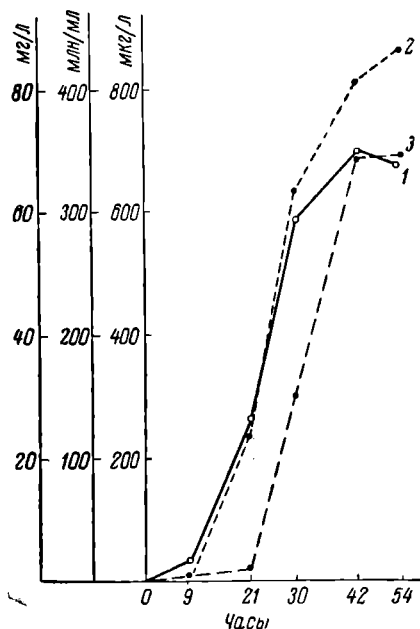
При развитии бактерий на среде с фенолом в фазе логарифмического роста культуры наблюдается прямая пропорциональность между количеством потребленного фенола, ассимилированного углерода CO_2 и численностью бактерий (см. рисунок).

Представленные результаты (см. таблицу) показывают, что в среднем на 1 мг окисленного бактериями фенола ассимилируется от 2 до 9 мкг углерода CO_2 . Наибольшее количество CO_2 ассимилировала культура *Micobacterium mucosum*-12: на 1 мг окислен-

Ассимиляция углекислоты гетеротрофными бактериями при развитии на феноле

Бактерии	Время от начала опыта, часы	Ассимилировано C/CO_2 , мг/л	Количество окисленного фенола, мг/л	Количество бактерий, млн/мл	Ассимилировано C/CO_2 на 1 мг окисленного фенола
<i>Ps. denitrificans</i>	6	110	29	6.7	3.8
	9	210	54	10	3.9
	21	510	57	82	9.0
	30	400	70	83	5.8
	42	650	93	150	7.0
	Среднее				5.9
<i>Micob. mucosum-12</i>	9	32.0	0.0	4.0	0.0
	21	265	23.5	11.0	10.0
	30	590	63.5	148	9.3
	42	700	81.5	348	8.5
	54	680	86.0	348	8.0
	Среднее				9.0
<i>Micob. mucosum-22</i>	9	9.0	0.0	3.0	0.0
	21	140	16.0	8.0	9.0
	30	270	46.0	138	6.0
	42	400	75.1	168	5.3
	54	587	83.5	268	7.0
	Среднее				6.8
Из дополнения к сем. <i>Bacteriaceae</i>	21	51.3	19.0	13.3	2.7
	30	70.3	27.5	15.7	2.6
	42	117	32.4	47.4	3.3
	54	152	47.0	64.2	3.2
	72	283	64.0	64.0	4.2
	80	367	82.0	94.0	4.5
	Среднее				3.4
Из рода <i>Chomobacterium</i>	21	19.0	0.0	1.0	0.0
	42	21.0	2.0	1.2	1.0
	72	40.0	30.0	2.3	2.3
	96	130	54.0	41.0	2.2
	106	166	54.0	41.0	2.9
	120	253	98.0	73.0	2.6
	Среднее				2.2

ного фенола в среднем 9 мкг углекислоты. Бактерии из рода *Chromobacterium* ассимилировали лишь 2 мкг C/CO_2 .



Необходимо отметить, что количество ассимилированного углерода CO_2 у наиболее активных культур в процессе опыта непостоянно. Наибольшее количество ассимилируется через 21 час от начала опыта — 9—10 мкг на 1 мг окисленного фенола. К концу опыта соотношение несколько снижается, хотя численность бактерий постоянно увеличивается.

Таким образом, при развитии фенолоокисляющих бактерий на феноле гетеротрофная ассимиляция CO_2 протекает так

Ассимиляция углекислоты *Micobacterium mucosum*-12.

1 — ассимилировано C/CO_2 , мкг/л; 2 — количество окисленного фенола, мг/л; 3 — численность бактерий, млн/мл.

же интенсивно, как и при развитии различных видов бактерий на пептоне, сахарах и других органических веществах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко В. И. Потенциальная способность микрофлоры воды к гетеротрофной ассимиляции углекислоты и к хемосинтезу. — Микробиол., 1963, 32, 4.
2. Романенко В. И. Потенциальная способность микрофлоры иловых отложений к гетеротрофной ассимиляции углекислоты и к хемосинтезу. — Микробиол., 1964, 33, 1.
3. Романенко В. И. Соотношение между потреблением кислорода и углекислоты у гетеротрофных бактерий при росте на пептоне. — Микробиол., 1965, 34, 3.
4. Сорокин Ю. И. Роль темновой бактериальной ассимиляции углекислоты в трофике водоемов. — Микробиол., 1964, 33, 5.
5. Steeman-Nielsen E. The use of radioactive carbon C^{14} for measuring organic production in the sea. — I. Conseil Expl. Mar., 1952, 18, 2.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

РОСТ БАКТЕРИЙ НА ОРГАНИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВОДЫ

Наиболее распространенная среда для выявления сапрофитных бактерий в воде озер и водохранилищ — мясной питательный агар (МПА), имеющий следующий состав: мясной экстракт — 3.0 г, пептон — 5.0 г., агар-агар — 20 г, водопроводная вода — 1000 мл [2]. Концентрация органического вещества в МПА превышает ту, которая встречается в воде озер, более чем в 100—200 раз.

Как известно, количество сапрофитных бактерий, вырастающее на МПА, составляет очень малую часть от общего числа микроорганизмов, учитываемых методом прямого счета [3]. По-видимому, для большинства водных бактерий избыток органического вещества препятствует их развитию.

А. С. Разумов [4], проводя посевы проб из водоема на воде, агаризованной 1—1.5% агара, выявил значительно большее количество сапрофитных бактерий, чем на стандартном МПА. Ю. А. Горбенко [1], применяя для посевов ряд разведений стандартного МПА, пришел к выводу, что использование МПА, разведенного в 10 раз (МПА : 10), в качестве питательной среды дает возможность учесть вдвое большее число бактерий.

Цель нашей работы — определение развития бактерий на среде с малым содержанием органического вещества. В качестве такой среды использовалась естественная вода, которая предварительно освобождалась от бактериальных тел, чтобы они не мешали при подсчете бактерий в опыте по методу Разумова. Пробы воды для приготовления среды отбирали в Рыбинском водохранилище.

Предварительно воду кипятили для осаждения взвешенных частиц и выпадающих при стерилизации солей. Для очистки от бактериальных клеток исследуемую воду профильтровывали через асбестовый фильтр (тщательно промытый) и мембранный фильтр № 3. Затем ее кипятили еще раз и профильтровывали через мембранный фильтр № 2. Полученную таким образом воду разливали в три колбы по 100 мл и стерилизовали при 1 атм. Для приведения рН к норме колбы выдерживали в атмосфере CO_2 3—4 часа. После этого проверяли рН и каждую пробу заражали 0.5 мл воды из водохранилища. Из каждой колбы производили исходный посев 1 мл воды на МПА и МПА : 10 (в двух повторностях) и по 5 мл профильтровывали на фильтр № 2 для учета общего количества бактерий по методу Разумова. В дальнейшем через определенные интервалы времени анализы повторяли. Чашки с посевами инкубировали 10 суток при температуре около 20°.

Параллельно в воде методом перманганатной окисляемости определяли количество органического вещества.

В данной статье приведены результаты двух опытов, проведенных при температурах 20 и 26°. Перманганатная окисляемость равнялась 13.4 и 12.9 мг O_2 /л соответственно (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Рост бактерий на органическом веществе натуральной воды при температуре 20°

Дата анализа	Число бактерий по прямому счету, млн/мл			Число сапрофитов на МПА в 1 мл			Число сапрофитов на МПА : 10 в 1 мл		
	I	II	среднее	I	II	среднее	I	II	среднее
Исходное 5 V 1972	0.03	0.02	0.02	194	128	161	274	245	229
6 V	0.05	0.04	0.045	820	2400	1610	2620	1820	2220
8 V	0.56	0.43	0.51	144000	202000	173000	220000	160000	190000
9 V	0.65	0.84	0.73	182000	264000	223000	236000	260000	248000
10 V	2.2	2.1	2.15	256000	304000	280000	584000	704000	644000
15 V	2.9	2.6	2.7	296000	480000	388000	650000	468000	559000
18 V	1.3	2.1	1.7	218000	462000	340000	720000	784000	752000
23 V	2.0	1.8	1.9	168000	144000	156000	232000	216000	224000
7 VI	2.2	2.0	2.1	68000	84000	76000	408000	348000	378000
4 VIII	0.284	0.60	0.44	6000	38000	49000	104000	120000	112000

Примечание. Здесь и в табл. 2 римские цифры — повторность опыта.

Таблица 2

Рост бактерий на органическом веществе натуральной воды при температуре 26°

Дата анализа	Число бактерий, по прилному счету, млн/мл				Число сапрофитов на МПА в 1 мл				Число сапрофитов на МПА: 10 в 1 мл			
	I	II	III	сред- нее	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее
Исходное 14 II 1972	0.030	0.047	0.040	0.039	31	23	38	30	66	70	100	78
15 II	0.095	0.131	0.103	0.109	5450	2700	8050	5400	7700	4000	7800	6500
15 II	0.89	0.64	0.82	0.783	258000	245000	284000	262000	254000	219000	264000	246000
16 II	3.51	3.67	3.49	3.55	1620000	1420000	2047000	1790000	2317000	2535000	3374000	2741833
18 II	4.73	3.66	4.15	4.18	2250000	2600000	2005000	2283000	3578000	2701000	2924000	319000
21 II	3.48	3.58	3.40	3.48	770000	959000	860000	866000	420000	636000	629000	562000
24 II	1.72	1.54	1.42	1.56	570000	666000	849000	695000	591000	725000	711000	676000
4 III	0.85	1.00	1.10	0.98	262000	466000	356000	361000	328000	468000	356000	384000
12 III	0.75	0.87	0.81	0.81	210000	240000	416000	290000	444000	332000	432000	403000
27 III	0.66	0.94	0.84	0.81	280000	2000002	160000	193000	316000	282000	340000	312000
2 VIII	—	—	—	0.093	—	—	—	824	—	—	—	3680

При температуре 20° общее количество бактерий по истечении суток превышает исходное в 1.6 раза, число сапрофитов на МПА в 2.5 раза и на МПА : 10 в 2 раза (табл. 1). Максимальный прирост бактерий по прямому счету наблюдается на 5—6-е сутки и превышает исходное количество в 135 раз, число сапрофитов на МПА в 2500 раз, а на МПА : 10 в 2200 раз.

При температуре 26° (табл. 2) максимальный прирост общего количества бактерий и числа сапрофитов наблюдается на 4-е сутки. Общее количество бактерий увеличивается за это время в 105 раз, количество сапрофитов на МПА в 76 000 раз и на МПА : 10 в 39 000 раз. Необходимо отметить, что со вторых по 7-е сутки общее количество бактерий и число сапрофитов оставалось примерно на одном уровне.

Самым любопытным является тот факт, что значительно сокращается разрыв между учетом численности бактерий в воде прямым микроскопическим методом и методом посева на питательные среды (табл. 3). Отношение общего количества бактерий к числу сапрофитов на МПА равно 1.8—4.0, а на МПА, разведенном в десять раз (МПА : 10), 1.22—5.8.

Т а б л и ц а 3

Сравнение результатов учета общего количества бактерий прямым методом и методом посева на питательные среды

Дата анализа	Количество микроорганизмов в 1 мл			Отношение общего количества бактерий к числу сапрофитов	
	при прямом подсчете	при посеве			
		на МПА	на МПА : 10	на МПА	на МПА : 10
15 II	800000	300000	250000	2.6	3.0
16 II	3600000	2000000	3000000	1.8	1.2
18 II	4200000	2300000	3100000	2.0	1.3
21 II	3500000	900000	600000	4.0	5.8
24 II	1600000	700000	700000	2.0	2.0
4 III	980000	400000	400000	2.4	2.4

Таким образом, из приведенных выше результатов следует, что бактерии в питательной среде при незначительном содержании органического вещества развиваются весьма интенсивно. При пониженной температуре (20°) процесс развития бактерий несколько задерживается, но протекает с теми же закономерностями, что и при температуре 26°. Число бактерий, учитываемых на питательных средах, и общее количество бактерий в воде при этом выражаются близкими величинами.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Горбенко Ю. А. О наиболее благоприятном количестве сухого питательного агара в средах для культивирования морских гетеротрофных микроорганизмов. — Микробиол., 1961, 30, 1.

2. Кузнецов С. И., Романенко В. И. Микробиологическое изучение внутренних водоемов. Лабор. руководство, 1963, М.—Л.
3. Разумов А. С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха.—Микробиол., 1932, 1, 2.
4. Разумов А. С. Микробный планктон воды. 1962. — Тр. ВГБО, 12.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Е. П. Никифорова, В. И. Романенко

РАЗВИТИЕ БАКТЕРИЙ НА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВАХ ВОДЫ ИЗ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПРИ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

В предыдущей работе [1] нами описаны опыты и приведены данные по росту бактерий на органическом веществе натуральной воды при температуре 28°. Для большинства бактерий указанная температура близка к оптимальной. В этих условиях значительно повышается интенсивность обмена и ускоряется размножение бактерий. Поскольку температура является одним из сильнейших экологических факторов, влияющих на численность бактериального населения, нам представлялось интересным установить, как развиваются бактерии при более низкой температуре.

Наша задача заключалась в том, чтобы определить развитие бактерий на среде с незначительным содержанием органического вещества при более низкой температуре.

Для получения специальной безбактериальной среды воду, отобранную в стандартных рейсах по Рыбинскому водохранилищу, кипятили и последовательно профильтровывали через асбестовый фильтр и мембранный фильтр № 2. Количество бактерий в воде при этом уменьшалось более чем в 150—200 раз. Профильтрованную воду разливали в две колбы и стерилизовали в автоклаве. Для подведения рН к норме колбы помещали в герметический шкаф и выдерживали в атмосфере CO_2 3—4 часа. Количество органического вещества в этих колбах определяли по перманганатной окисляемости.

Затем среду в колбах заражали 0.5 мл воды из водохранилища, сразу же делали посевы на МПА и МПА : 10 для учета сапрофитов и параллельно отфильтровывали 5 мл воды для определения общего количества бактерий. В дальнейшем через определенные интервалы времени анализы повторяли. Чашки Петри с посевами инкубировали 10 суток при температуре 20°.

В данной статье приведены результаты двух опытов, проведенных при температуре 4 и 12°. Пробы инкубировались в холодильнике.

При температуре 4° бактерии размножаются очень медленно (табл. 1). Значительный прирост достигается только на 6-е сутки: общее количество бактерий по сравнению с исходным увеличи-

Т а б л и ц а 1

Динамика развития бактерий на органических веществах воды из Рыбинского водохранилища при 4°, млн/мл

Время от начала опыта, сутки	Количество бактерий по прямому счету			Количество сапрофитов на МПА			Количество сапрофитов на МПА : 10		
	I	II	среднее	I	II	среднее	I	II	среднее
Исходное	0.02	0.03	0.025	0.00011	0.00014	0.00013	0.00042	0.00033	0.00037
1	0.02	0.02	0.02	0.00021	0.00035	0.00028	0.00064	0.00062	0.00063
3	0.03	0.05	0.04	0.00060	0.00047	0.00053	0.00080	0.00044	0.00062
4	0.04	0.05	0.045	0.00082	0.00080	0.00081	0.00081	0.00086	0.00083
5	0.07	0.08	0.075	0.0012	0.0010	0.0011	0.0017	0.0014	0.0015
6	0.94	0.57	0.75	0.017	0.016	0.042	0.018	0.030	
13	1.3	1.0	1.15	0.031	0.051	0.041	0.26	0.33	0.30
18	3.5	3.7	3.6	2.26	1.95	2.10	3.46	2.94	3.20
33	2.5	3.5	3.0	1.86	1.60	1.72	2.24	2.58	2.41
60	4.0	4.6	4.3	2.3	2.0	2.15	3.42	3.00	3.21
70	2.1	1.8	1.9	1.26	1.40	1.33	1.58	1.20	1.39
111	1.1	1.1	1.1	0.40	0.46	0.43	0.81	0.66	0.73

Примечание. Здесь и в табл. 2 содержание органического вещества в воде 13.4 мг С/л; I—II — повторность опыта.

31.120

вается в 20 раз, число сапрофитов на МПА в 130 раз и сапрофитов на МПА : 10 более чем в 80 раз. Через 18 дней общее количество бактерий стало равным 3.6 млн/мл, количество сапрофитов на МПА 2.1 млн/мл и на МПА : 10 3.2 млн/мл. Начиная с 18 по 111-е сутки общее количество бактерий и число сапрофитов лишь слегка уменьшилось. Необходимо отметить, что, несмотря на то что при температуре 4° развитие микробов значительно замедляется, максимальное их количество достигает такого же или даже более высокого уровня, чем при 12° (табл. 2).

При 12° характер развития бактерий ничем существенно не отличается от такового при температуре 20°, только идет медленнее. Максимальный рост бактерий наблюдается на 7—10-е сутки. При этом общее количество бактерий увеличивается по сравнению с исходным в 170 раз, число сапрофитов на МПА в 660 раз, на МПА : 10 в 730 раз.

Процесс развития бактерий при температуре 4 и 12° протекает с той же закономерностью, что и при температуре 20 и 28°, но замедленно. Число бактерий, определяемых путем прямого подсчета, приближается к числу бактерий, вырастающих на МПА и на МПА : 10.

Таблица 2

Динамика развития бактерий на органических веществах воды из Рыбинского водохранилища при 12°, млн/мл

Время от начала опыта, сутки	Количество бактерий по прямому счёту			Количество сапрофитов на МПА			Количество сапрофитов на МПА : 10		
	I	II	среднее	I	II	среднее	I	II	среднее
Исходное	0.006	0.015	0.01	0.00022	0.00017	0.00019	0.00024	0.00021	0.00022
1	0.025	0.02	0.022	0.00036	0.00032	0.00034	0.0006	0.00044	0.00052
2	0.06	0.06	0.06	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0014	0.0013
3	0.48	0.35	0.41	0.002	0.0029	0.0025	0.0043	0.0041	0.0042
4	0.76	0.89	0.82	0.11	0.081	0.096	0.093	0.096	0.095
7	4.1	4.2	4.15	0.45	0.41	0.43	0.93	0.74	0.84
8	1.67	1.8	1.73	0.9	0.82	0.86	1.1	1.3	1.2
48	0.90	1.9	1.4	1.3	1.36	1.33	4.6	1.3	1.45
28	1.2	1.6	2.4	1.2	1.38	1.24	1.26	1.28	1.27
38	1.3	0.9	1.1	0.98	0.86	0.92	1.0	1.1	1.05

Таким образом, из приведенных выше данных следует, что при низкой температуре размножение бактерий на среде с малым содержанием органического вещества задерживается, однако максимальное их количество достигает той же величины, что и при высокой температуре.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Романенко В. И. Размножение бактерий на природной воде. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 17.

МГУ,
Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. И. Романенко

НОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ЖИВЫХ БАКТЕРИЙ В ВОДОЕМАХ И СРАВНЕНИЕ ЕГО С МЕТОДОМ А. С. РАЗУМОВА

40 лет тому назад А. С. Разумов [2] предложил наиболее удачный вариант определения общей численности бактерий в воде. Сущность метода заключается в том, что испытуемая вода профильтровывается через мембранный фильтр с диаметром пор, через которые не проходят бактерии. После концентрации на поверхности фильтра они окрашиваются эритрозином и количество их определяется путем подсчета под микроскопом при масляной иммерсии.

Когда А. С. Разумов сравнил результаты подсчета бактерий по своему методу с методом посевов на мясо-пептонный агар по Коху, то оказалось, что методом прямого подсчета учитывается в сотни и тысячи бактерий больше. Но и до настоящего времени такой большой разрыв в численности бактерий, определяемых двумя методами, остается загадочным.

В предыдущей работе [3] нами предложен новый способ наблюдения за развитием водных бактерий на среде, почти лишенной бактериальных клеток. В качестве такой среды использовалась вода из водоемов с естественным содержанием органического вещества. Водные бактерии на такой, казалось бы, весьма бедной среде развиваются исключительно интенсивно. А отсутствие посторонних взвешенных частиц и мертвых бактериальных клеток позволяет четко проследить за развитием бактерий. В дальнейшем нами предпринята попытка определить на среде этого состава числен-

ность живых бактерий в водоеме. Мы исходили из предположения, что истинно водные живые бактерии должны нормально развиваться на естественном субстрате.

Вода из мезотрофного Рыбинского водохранилища, в которой содержалось около 10 мг С органического вещества в 1 л, была профильтрована через асбестовый фильтр с целью освобождения ее от всех бактериальных клеток. В некоторых случаях после фильтрации в воду попадало много асбестовых волокон, тогда она вторично профильтровывалась через мембранный фильтр № 2. Вся приемная посуда при фильтрации предварительно обрабатывалась хромовой смесью, приготовленной на концентрированной серной кислоте. После этого посуда тщательно многократно ополаскивалась безбактериальной водой. Эта процедура производилась для того, чтобы уничтожить все бактериальные клетки, которые находятся на стенках стеклянной посуды.

Безбактериальная вода разливалась по 10 мл в пробирки, которые также обрабатывались хромовой смесью и ополаскивались водой без бактерий. Вода стерилизовалась в автоклаве. Поскольку при стерилизации в результате разрушения карбонатов и выделения углекислоты вода подщелачивается за счет избытка оставшихся катионов, для приведения рН к нейтральной величине пробирки со средой помещались на 3—5 час. в герметический шкаф, в который ставился стакан с навеской углекислого кальция и в него вносилось несколько миллилитров серной кислоты. При этом образовавшаяся углекислота проникала через ватные пробки и нейтрализовала катионы.

Для анализа численности бактерий отбирали пробы воды из Рыбинского водохранилища в сентябре 1972 г. Исходное количество бактерий по Разумову в этой пробе было равно 0.78 млн/мл. Из этой пробы методом титров делали посев на среду вышеупомянутого состава без бактерий в серию пробирок до 8-го разведения (см. таблицу). Разведения велись десятикратно, после перенесения 1 мл среды из одной пробирки в другую пипетки менялись. Посев производили с соблюдением максимальных условий стерильности.

Сразу же после разведения пробы из водохранилища из пробирок был произведен посев на МПА и на среду Ю. А. Горбенко [1] — на МПА, разведенный водопроводной водой в 10 раз (МПА : 10), на котором вырастает значительно больше бактерий. Через 5 дней после инкубирования проб при температуре 28° из всех пробирок делали вторичный посев на указанные среды. Оставшееся количество воды в пробирках профильтровывали через мембранные фильтры чешской фирмы «Сыппор» с диаметром пор 0.3 мкм, поверхность которых лишь в очень малой степени была загрязнена бактериальными клетками. Подсчет бактерий на фильтрах производился после окраски эритрозином под микроскопом Nf-Люмипан.

Из приведенных данных (см. таблицу) видно, что при первичном посеве (8 сентября) на МПА в первом разведении выросло 176 (средняя из трех повторностей), во втором 45 колоний, т. е. в исходной анализируемой воде было 4500 бактерий, а на МПА : 10 17 600. Через 5 дней при вторичном посеве во всех пробирках

Количество живых бактерий в пробе воды из Рыбинского водохранилища при посеве на безбактериальную среду методом последовательных десятикратных разведений

№ разведения	Повторность	Исходный посев из разведений на среде 8 IX		Конечный посев из разведений на среде 13 IX		Общее количество бактерий по прямому счету после 5 дней роста, млн/мл
		на МПА	на МПА : 10	на МПА	на МПА : 10	
1	1	100	1570	Сплошной рост	Сплошной рост	12.7
	2	190	1790	То же	То же	14.2
	3	120	1730	» »	» »	11.4
2	1	10	150	» »	» »	13.6
	2	20	190	» »	» »	7.3
	3	60	170	» »	» »	15.0
3	1	0	1	» »	» »	10.2
	2	0	0	» »	» »	9.5
	3	0	0	» »	» »	12.0
4	1	0	0	» »	» »	6.0
	2	0	0	» »	» »	7.4
	3	0	0	» »	» »	9.9
5	1	0	0	» »	» »	1.4
	2	0	0	1	» »	0.04
	3	0	0	6	» »	9.4
6	1	—	—	1	4	0.05
	2	—	—	0	0	0.04
	3	—	—	0	0	0.04
7	1	—	—	0	0	0.09
	2	—	—	0	0	0.05
	3	—	—	0	0	0.08
8	1	—	—	0	0	0.02
	2	—	—	0	0	0.06
	3	—	—	0	0	0.03
Конт- роль	1	0	0	0	0	0.02
	2	0	0	0	0	0.04
	3	0	0	0	0	0.09

Примечание. *Ноль* — нет роста, *тире* — посев не производился.

вплоть до 5-го разведения на МПА : 10 при внесении 1 мл воды бактерии дали сплошной рост.

Резко возросло и общее количество бактерий по прямому подсчету. В отдельных пробирках содержание бактерий колебалось от 1.4 до 15 млн/мл. Пятое разведение было крайним, где прирост количества бактерий был явно выше контроля как по прямому счету, так и при посевах в чашки Петри. В 6—8-м разведениях численность бактерий в целом не отличалась от контроля. При этом весьма любопытно, что увеличение численности бактерий как при посевах на твердую среду, так и по прямому счету зарегистрировано в одном и том же крайнем разведении — в 5-м.

Таким образом, в испытуемой пробе воды при учете на среде с малым содержанием органического вещества при посеве методом

титров обнаружено 100 000 живых бактериальных клеток. При прямом подсчете по Разумову обнаружено 780 000 клеток, т. е. величины одного порядка — цифры отличаются лишь в 7.8 раза. При посеве же исходной воды на МПА разница выражается более чем в 160 раз (ср. 4500 и 780 000).

По-видимому, описанный выше метод позволит в ближайшее время разобраться во многих вопросах водной микробиологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбенко Ю. А. О наиболее благоприятном количестве «сухого питательного агара» в среде для культивирования морских гетеротрофных бактерий. — Микробиол., 1961, 30, 1.
2. Разумов А. С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха. — Микробиол., 1932, 1, 2.
3. Романенко В. И. Размножение бактерий на природной воде. — Бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 17.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. Н. Столбунова

ОСОБЕННОСТИ ЗООПЛАНКТОНА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1972 г.

Уровень воды в Рыбинском водохранилище, как известно, из года в год колеблется. 1972 год был маловодным с очень жарким летом. Уровень воды начал повышаться в начале апреля, но максимум его наступил поздно (почти в середине июня) и был ниже НПГ на 1.4 м. Достигнув максимума, уровень воды начал быстро понижаться и к августу упал на 0.8 м. В связи с этим прибрежная зона Рыбинского водохранилища затоплялась лишь в нижних горизонтах и на короткое время. Намеченные перед началом исследований прибрежной зоны на верхнем горизонте станции 1—3 оказались незатопленными. На ст. 4 с глубиной 1.1—0.15 м зарослей не было. В начале августа эта станция обнажилась. Ст. 5 находилась в предустьевой части Волжского плёса (у с. Коприно) за пределами прибрежной зоны на глубине 8.5—12.5 м. Сборы зоопланктона начались 15 мая и продолжались до конца октября.

На малых глубинах зоопланктон собирался процеживанием 100 л воды через планктонную сеть из газа № 64, на глубоководной ст. 5 — автоматически захлопывающимся планктоботометром системы Дьяченко—Кожевникова емкостью 10 л. На этой станции пробы зоопланктона брались по го-

ризонтам через каждые 2 м, после чего содержимое проб сливалось в одну склянку. Такая проба принималась нами условно за среднюю для толщи воды.

Мелкие формы зоопланктона (коловратки) просчитывались на счетном стекле в объеме 0.2 см³, отобранном из пробы штемпель-пипеткой, а более крупные (клароцеры и копеподы) — в камере Богорова в объеме 2 см³.

Биомасса зоопланктона вычислялась по таблицам средних весов [2, 3].

На ст. 4, характеризующей нижний горизонт побережья, в течение мая наблюдался в основном пелагический состав зоопланктона. Для этого месяца характерно постепенное возрастание биомассы от 0.06 г/м³ в начале месяца до 0.87 г/м³ в конце (см. рисунок). Выделить определенные руководящие виды здесь было трудно. Среди копепоид встречались науплии, копеподиты и взрослые *Mesocyclops leuckarti*. Клароцеры были представлены *Bosmina coregoni coregoni*, *B. longirostris*, *Chydorus sphaericus*. В конце месяца отмечалось интенсивное развитие коловраток — биомасса достигла 0.57 г/м³. Среди них преобладали пелагические формы: *Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata*, *Conochilus hippocrepis* и др. В июне биомасса продолжала быстро возрастать и достигла в конце месяца максимума, в основном за счет клароцер — 5.12 г/м³. В этот период преимущественное значение имели тоже пелагические формы клароцер — *Bosmina coregoni coregoni*, *Daphnia cucullata*, *D. cristata*. Среди копепоид в это время преобладали копеподиты и науплии, хотя встречались и взрослые *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides*, *Diaptomus gracilis*, *Cyclops vicinus*, но биомасса их по сравнению с биомассой клароцер была низка. Видовой состав коловраток пополнился *Kellicottia longispina*, *Lecane luna*, *Filinia longiseta* и др. Но общая биомасса коловраток снизилась до 0.1 г/м³.

В дальнейшем на ст. 4 с уменьшением глубины развивалась прибрежно-фитофильная фауна. В июле появились *Alonarectangula*, *Rhynchotalona rostrata*, *Camptocercus rectirostris* и др. Но этот комплекс не давал высоких биомасс ввиду отсутствия водной флоры. К концу июля произошло дальнейшее падение биомассы (см. рисунок).

На глубоководной ст. 5, расположенной за пределами прибрежной зоны, биомасса зоопланктона в мае была очень низкой — 0.06—0.24 г/м³ (см. рисунок). Она возрастала медленнее, чем на ст. 4, но достигала максимума также в конце июня — 4.3 г/м³. Основную часть биомассы составляла *Daphnia cucullata*, биомасса которой была 4.1 г/м³. В состав зоопланктона входили также *Bosmina coregoni coregoni*, *Daphnia cristata*, т. е. в основном те же виды, которые дали максимум в прибрежье.

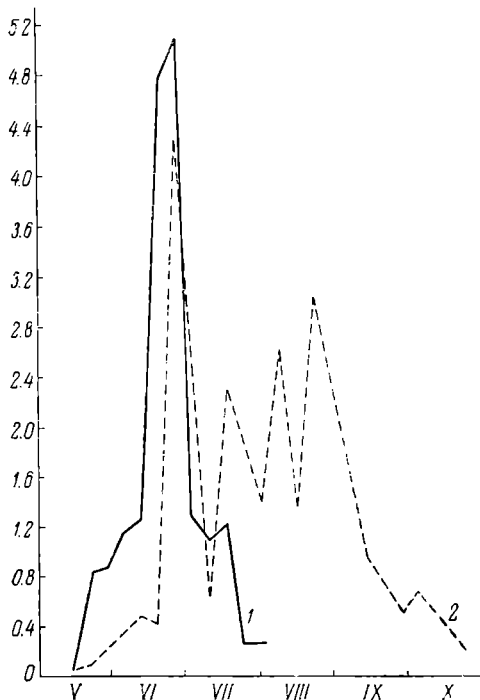
После понижения биомассы зоопланктона в июле во второй половине августа произошел второй значительный подъем биомассы — 3.04 г/м³ (см. рисунок). Из клароцер в этот период преобладали *Chydorus sphaericus*, *Bosmina coregoni coregoni*, *Diaphano-*

soma brachyurum. Значительную роль играли копеподы, давшие биомассу 1.6 г/м³. В сентябре—октябре наблюдалось сильное обеднение зоопланктона и понижение биомассы до 0.6—0.2 г/м³.

Таким образом, в маловодном 1972 г. наибольшая биомасса зоопланктона в прибрежной зоне приходилась на конец июня и определялась ветвистоусыми. При этом в этот период главную роль играли пелагические формы кладоцер — *Bosmina coregoni coregoni*, *Daphnia cucullata*, *D. cristata*. Первый максимум биомассы зоопланктона в открытой части Волжского плеса (за пределами побережья) наблю-

Сезонная динамика биомассы зоопланктона побережья и открытой части Волжского плеса в 1972 г.

1 — ст. 4 нижнего горизонта побережья; 2 — глубоководная ст. 5 за пределами побережья. По оси ординат — биомасса, г/м³; по оси абсцисс — месяцы.



дался за счет тех же форм, которые дали максимум в прибрежье. Развитие зоопланктона в прибрежной зоне началось раньше, и биомасса в мае—июне была выше, чем в открытой части плеса, однако незначительная. В целом зоопланктон прибрежной зоны в маловодном 1972 г., как и в 1954 г. [1], находился под сильным влиянием открытого водохранилища и был лишь немногим богаче его.

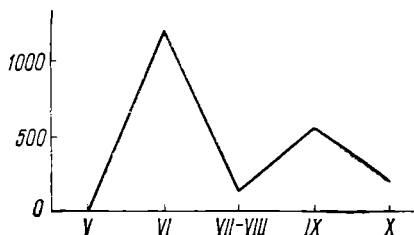
ЛИТЕРАТУРА

1. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Мордухай-Болтовская Э. Д. и Яновская Г. Я. Фауна прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. — Тр. Биол. ст. «Борок», 1958, 3.
2. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Материалы по среднему весу беспозвоночных бассейна Дона. — Проблемн. и темат. совещ. ЗИН АН СССР, М.—Л., 1954, 2.
3. Уломский С. Н. Сырой вес массовых форм пизших ракообразных Камского водохранилища. — Тр. Урал. отд. ВНИОРХ, 1961, 5.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

СПЕКТР ПИТАНИЯ *COLEPS HIRTUS* NITZSCH, 1817
(INFUSORIA, HOLOTRICHA)

Coleps hirtus широко распространен в пресных водоемах разного типа [5, 6]. По нашим наблюдениям, этот довольно крупный вид инфузорий (размеры его в культуре составляли в среднем 50×27 мкм) постоянно встречается в водохранилищах волжского каскада. Наибольшее развитие приходится на летний и ранне-осенний период (с июня по октябрь), в остальное время года инфузория встречается в незначительном количестве. В Иваньков-



Колебание численности *Coleps hirtus* в Иваньковском водохранилище в 1972 г.

По оси ординат — количество *C. hirtus*, экз./л; по оси абсцисс — месяцы.

ском водохранилище в 1972 г. в мае *C. hirtus* не был найден, в июне численность его была наибольшей (1200 экз./л), в июле—августе она снизилась и до октября колебалась между 140 и 560 экз./л (см. рисунок).

По общепринятой таблице сапробности [4], *C. hirtus* — индикатор β-мезосапробного состояния водоема. По нашим наблюдениям, этот вид лучше развивается в районах повышенной сапробности: выше г. Ульяновска отмечено 420, ниже города 6600 экз./л.

По типу питания *C. hirtus* — гистифаг [7, 8], питается главным образом мертвыми водными животными. Кроме того, по литературным сведениям, он способен потреблять мелкие водоросли. Более подробных данных о питании этого вида в литературе нет.

По свидетельству ряда авторов [6, 8], *C. hirtus* предпочитает мелководные участки водоемов. В Рыбинском водохранилище мы находили его не только на мелководье, но и в пелагической части. На мелководье (1—1.5 м) инфузории этого вида развивались в значительном количестве, причем у дна их было вдвое больше, чем у поверхности. При глубине 10—12 м *C. hirtus* предпочитает поверхностный слой воды. В большом количестве он развивается в поверхностной пленке «цветущих» водорослей — *Anabaena* sp., *Aphanizomenon flos-aquae* и др. Это говорит о том, что *C. hirtus* питается не только трупами водных животных, но и другой пищей. Наша задача — изучение спектра питания этого вида инфузорий.

Культура *C. hirtus* была выделена из планктона Рыбинского водохранилища и содержалась на сепином отваре с добавлением яичного желтка. В работе использовалась радиоуглеродная методика [3]. В качестве возможных кормов предлагались растворенное органическое вещество (РОВ),

бактерии, живые и убитые нагреванием, водоросли и дафнии. Содержание углерода в кормах определялось бихроматным сжиганием [1], в телах инфузорий — пересчетом их объема на органический углерод (10% от сырого веса). Радиоактивность кормов и испытуемого объекта подсчитывалась под торцовым счетчиком. Инфузории содержались в 3—7 мл воды в течение 0.5—3 час. на избыточной концентрации корма. Затем весь объем разбавлялся безбактериальной водой и центрифугированием на ручной центрифуге в течение 2 мин. неоднократно отмывался от непотребленного радиоактивного корма. Численность *C. hirtus* подсчитывалась в оставшемся объеме воды, который распределялся на 3 стеклянные мишени. Количество инфузорий, высушенных на стекле, колебалось от 50 до 600 экз. Обратная удельная активность гидролизата и бактерий оказалась равной 1.0×10^{-3} мкг С/имп., водорослей — $0.5-1.0 \times 10^{-3}$, дафний — 7.7×10^{-3} мкг С/имп. Спектр питания определялся по индексу потребления R/W — отношение потребленной за определенное время (1—2 часа) пищи к весу консумента.

В таблице приведены результаты экспериментов, указывающие на способность утилизации разных кормов *C. hirtus*.

Индекс потребления различных кормов *C. hirtus*

$\frac{R}{W}$, %	Мертвые дафнии	I		II		III		Oscillatoria agardii	Бактерии	РОВ
		живая	мертвая	живая	мертвая	живая	мертвая			
	84	0.75	1.1	0.8—1.8	1.5	2.5	15.0	1.4	1.5	5.0

Примечание. I — *Chlorella vulgaris*, II — *Stephanodiscus hantzschii*, III — *Anabaena spiroides*.

C. hirtus в какой-то степени способен питаться как растворенным органическим веществом, так и оформленным (бактерии, водоросли). Но более интенсивно потребляются мертвые ткани водных животных.

Очевидно, самым излюбленным из предложенных кормов оказались мертвые тела дафний, т. е. мягкие ткани животного происхождения. Бактерии и водоросли потреблялись очень слабо, растворенное органическое вещество лучше — часовое потребление составляло 5%. Особое место занимает Аанабаена: живые клетки, как и все водоросли, потреблялись незначительно, а мертвые в 6 раз интенсивнее.

Рассчитанный по формуле $R=0.027 W^{0.8}$ [2] максимальный часовой рацион для *C. hirtus* равен 10%. Следовательно, из всех предложенных кормов только дафнии и мертвая Аанабаена могут быть полноценным кормом, обеспечивающим обмен и рост популяции *C. hirtus*. Остальные пищевые объекты потреблялись пассивно, величина рациона обеспечивала только часть обменных процессов организма. Наиболее интенсивно инфузории питались телами мертвых дафний. Получасовой рацион составил 46%, часовое потребление — 84%. за полтора часа — 96%.

Безусловно, полученные результаты являются только первыми шагами, ведущими к детальной расшифровке процесса питания мелких зоологических объектов и получению количественных показателей их трофодинамической деятельности в водоеме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Остапеня А. П. Полнота окисления органического вещества водных беспозвоночных методом бихроматного окисления. — ДАН БССР, 1965, 9, 4.
2. Павловская Т. В. Питание и размножение массовых видов инфузорий Черного моря. — Автореф. канд. дисс., Севастополь, 1971.
3. Сорокин Ю. И. Применение радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей водных животных. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, М.—Л., 1966, 12 (15).
4. Унифицированные методы исследования качества вод. М., 1966, 4, раздел 3.
5. Чорик Ф. П. Свободноживущие инфузории водоемов Молдавии. Кишинев, 1968.
6. Эггерт М. Б. Планктические инфузории. Лимнология придельтовых пространств Байкала. — Тр. Лимнол. ин-та, 1971, 12 (32).
7. Fenchel T. The Ecology of marine microbenthos. II. The food of marine benthic Ciliates. — Ophelia, 1968, 5.
8. Kahl A. Wimpertiere oder Ciliata (*Infusoria*). I. Die Tierwelt Deutschlands. Jena, 1930

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. П. Кузичкин

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПУЛЯЦИИ *LEPTODORA KINDTI* (ФОСКЕ) В ИВАНЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Наши исследования по сезонной динамике численности и распределению отдельных возрастных стадий *Leptodora kindtii* в Иваньковском водохранилище проводились с мая по ноябрь 1972 г. Пробы отбирались 2 раза в месяц по разрезам на русловых (глубина 13—14 м) и мелководных станциях (глубина 2—3 м).

При учете возрастной структуры популяции весь период от рождения самки до половозрелости был разделен в зависимости от состояния яичника на четыре возрастные стадии: *a* — ювенальное состояние яичника (стадия зародышевого слоя), *b* — стадия формирования тетрад клеток, *c* — стадия образования овоцитов, *d* — стадия сформированных яиц перед выходом в выводковую сумку.

К моменту формирования в яичнике первой порции яиц начинает формироваться выводковая сумка. После выхода первой порции яиц в выводковую сумку рачок уже считается половозрелым (взрослым), и в яичнике формируется новая порция яиц, которая проходит те же стадии, начиная со стадии *b*. Этот процесс повторяется при созревании каждого помета.

Анализируя сезонную динамику численности и распределение отдельных возрастных стадий лептодоры в водохранилище, можно заметить, что в течение летнего периода (июнь—август) численность рачков на мелководных участках была значительно выше, чем на глубоководных (рис. 1). При этом основная часть молоди лептодоры всех стадий (*a—d*) образует скопление на прибрежных мелководьях, тогда как взрослые рачки концентрируются преимущественно на русловых станциях (рис. 2). Причем такая картина распределения

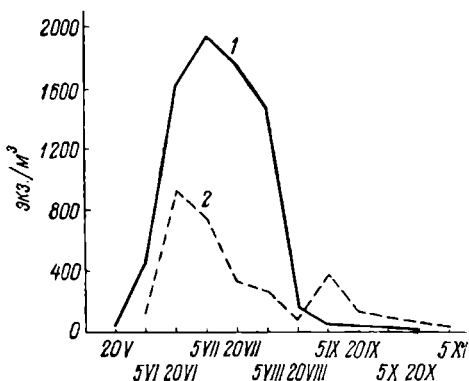


Рис. 1. Сезонная динамика численности *Leptodora kindtii* в Иваньковском водохранилище (разрез IV).

1 — прибрежное мелководье; 2 — русловая часть.

популяции довольно устойчива в течение всего летнего периода, когда за счет интенсивного партеногенетического размножения молодые рачки составляют 60—70% популяции. Видимо, сходная картина распределения лептодоры наблюдается и в Рыбинском водохранилище. По данным Э. Д. Мордухай-Болтовской [3], в центральной части водохранилища лептодора появляется позже, но в течение всего лета численность ее в устьевых и предустьевых участках остается высокой. Возникает вопрос, почему молодь этого типичного пелагического рачка концентрируется в прибрежных мелководных участках и когда происходит ее перемещение в глубокие русловые участки?

Вероятно, неравномерное распределение молоди тесно связано с характером суточных вертикальных миграций у лептодоры.

Установлено, что у молоди и у взрослых рачков лептодоры наблюдается обратный ритм суточных вертикальных миграций [4]. Взрослые поднимаются к поверхности только в ночное время, а днем держатся на глубине, тогда как молодь опускается только в темное время суток, а все светлое время держится у поверхности (0.5—3 м). Таким образом, летом большую часть суток молодь проводит в самых поверхностных слоях воды.

Поверхностные воды наиболее подвижны и подвержены ветровым течениям. В Рыбинском водохранилище поверхностные течения при устойчивом ветре охватывают 2—3-метровый верхний слой воды [5]. Такие же перемещения водных масс имеют место в Иваньковском водохранилище и обуславливают неравномерное распределение молоди лептодоры, способствуя ее переносу в прибрежные мелководные участки.

Способность к активным горизонтальным миграциям появляется позже. По мере роста рачка и созревания яиц в яичнике уже на стадии *d*, а иногда даже после выхода первой порции яиц в выводковую сумку рачки начинают активно мигрировать в глу-

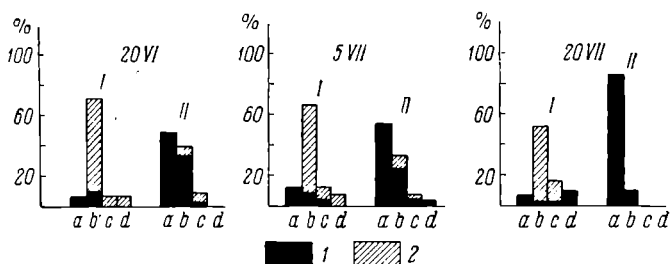


Рис. 2. Распределение популяции *Leptodora kindtii* по возрастам (разрез IV) в Иваньковском водохранилище, %.
I — русло; II — прибрежье. 1 — молодь; 2 — взрослые. а, б, с, d — возрастные стадии.

бокие русловые участки водохранилища. Одновременно у них появляется определенный свойственный взрослым особям суточный ритм вертикальных миграций.

Ориентация пелагических рачков в прибрежной зоне сводится к фотореакции на преломленное отражение от берега, и интенсивность этой реакции зависит от «высоты горизонта» [6].

У взрослой лептодоры существуют также и суточные горизонтальные миграции. По данным Э. Д. Мордухай-Болтовской [4], численность лептодоры в центральных участках водохранилища иногда увеличивается одновременно в поверхностном и придонном слоях воды в утренние и дневные часы. По ее мнению, это объясняется тем, что, как указывал А. Л. Бенинг [1], пелагические рачки, в основном обитающие на некоторой глубине, попадают ночью в поверхностный слой и в прибрежную зону, с наступлением дня, спасаясь от света, уходят от берегов в более глубокие места. Это явление получило в литературе название «бегство от берега».

Е. В. Борудский [2], изучая суточные вертикальные миграции отдельных возрастных стадий копепода, также отметил, что у науплиусов в противоположность взрослым активные горизонтальные

миграции отсутствуют, копеоподитные стадии занимают в этом отношении промежуточное положение.

Отсутствие у молодых рачков лептодоры определенных поведенческих навыков при ориентации обуславливает неодинаковое распределение молодых и взрослых особей. Такое распределение отдельных возрастных стадий хищного рачка *Leptodora*, видимо, имеет определенный биологический смысл, способствуя расселению популяции хищника и позволяя наиболее полно использовать кормовые ресурсы, что ослабляет локальную конкуренцию и каннибализм.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б е н и н г А. Л. Кладоцера Кавказа. Тбилиси, 1941.
2. Б о р у ц к и й Е. В. К вопросу о суточных миграциях планктонных ракообразных в озерах. — Вестн. МГУ, 1949, 3.
3. М о р д у х а й - Б о л т о в с к а я Э. Д. Биология хищных кладоцер *Leptodora kindtii* (Focke) и *Bythotrephes* Leydig (*Crustacea, Cladocera*). Автореф. дисс. М., 62.
4. М о р д у х а й - Б о л т о в с к а я Э. Д. Суточные вертикальные миграции пресноводных хищных кладоцер *Leptodora kindtii* (Focke) и *Bythotrephes* Leydig (*Crustacea, Cladocera*). — Тр. Калинингр. технол. ин-та рыбной промысл. и хоз-ва, Калининград, 1968, 20.
5. Б а к а с т о в С. С., Л и т в и н о в А. С. Опыт расчета горизонтального переноса сообществ планктона. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1971, 22 (25).
6. S i e b e c k O. Spatial orientation of planktonic crustaceans 1. The swimming behaviour in a horizontal plane. — Verhandl. Internat. Verein. Limnol., Stuttgart, November 1969, 17.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И. К. Ривьер

НАРУШЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ЭМБРИОГЕНЕЗА У НЕКОТОРЫХ *CLADOCERA*

Отрождение всего помета у полифемид, имеющих замкнутую выводковую сумку (*Podonidae* и *Cercopagidae*), происходит одновременно при сбрасывании самкой хитина выводковой камеры во время линьки [3, 5]. Еще до отрождения молоди новая порция яиц поступает в выводковую сумку. У подробно обследованных нами 6 видов подонид Каспия и Арала (*Evadne anonyx*, *E. prolongata*, *Podonevadne trigona*, *P. camptonyx*, *P. camptonyx podonoides* и *P. angusta*) и 3 видов церкопагид (*Cercopagis pengoi*, *C. socialis*, *Bythotrephes longimanus*) все зародыши в выводковой сумке развиваются синхронно в течение всего периода эмбриогенеза.

Одновременное развитие всех зародышей помета, как правило, наблюдается и у ветвистоусых, имеющих открытые выводковые сумки. Это было прослежено у *Daphnia cucullata*, *D. longispina* и *Leptodora kindtii* из Рыбинского и Иваньковского водохранилищ, у *Daphnia pulex* из прудов и временных водоемов.

У *Daphnia pamirensis* из памирского озера Шир-Куль, где это единственный вид *Cladocera*, наблюдаются особенности в развитии



Рис. 1. Несинхронное развитие зародышей у *Daphnia pamirensis*.

зародышей. Высокогорные озера Памира отличаются крайней бедностью ветвистоусыми. Они либо лишены их вовсе, либо насчитывают всего 1—2 вида [1, 4].

D. pamirensis — крупный рачок, обладающий чрезвычайно низкой плодовитостью по сравнению с дафниями средней полосы, что, видимо, связано с олиготрофностью оз. Шир-Куль как высокогорного водоема. Средняя плодовитость *D. pamirensis* при средней длине 2.45 мм составляет всего 4 яйца, максимальная — 11, тогда как у *D. pulex* из временных водоемов вблизи Рыбинского водохранилища при таких же размерах средняя плодовитость равна 32, а максимальная — 70 яиц. У *D. pamirensis* неодноре-

менное развитие зародышей наблюдается как при их максимальном количестве, так и всего при 3—4 эмбрионах (рис. 1). Одна половина эмбрионов обычно находится на стадии образования бластодермы, вторая — имеет уже сформировавшиеся конечности. Неравномерность в развитии зародышей, вероятно, связана у этого вида с длительностью эмбрионального периода вследствие низких температур воды: развитие одного помета в выводковой сумке еще продолжается, а туда поступает новая порция яиц. Гибели и рассасывания зародышей у *D. pamirensis* мы не наблюдали.

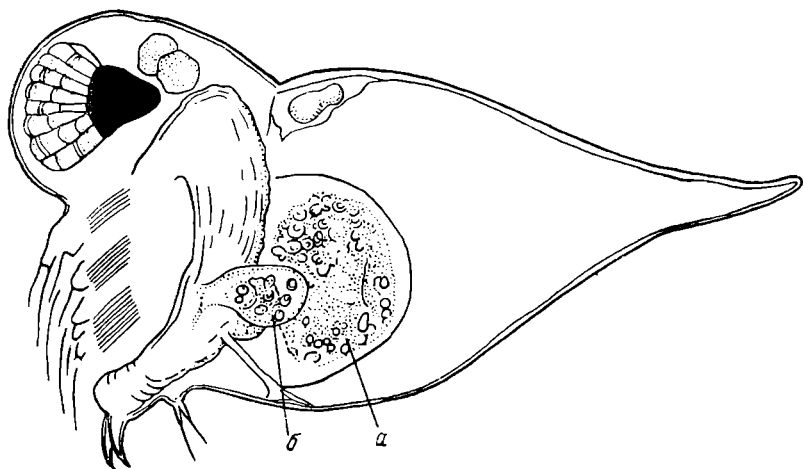


Рис. 2. Резорбция партеногенетического зародыша в выводковой сумке *Podonevadne camptonyx*.

а — резорбирующийся зародыш, б — зимнее яйцо.

У *D. pulex* нарушение синхронности в развитии зародышей встречено нами только в экспериментальных условиях как патология в токсической среде. Опыты производились при концентрациях промышленного полихлорпинена 0.01, 0.05, 0.1, 0.25 и 0.5 мг/л. При 0.5 мг/л самки вообще не достигали половозрелости, при 0.1 мг/л у *D. pulex* отмечены единичные случаи нарушения эмбриогенеза. Например, самка длиной в 2.8 мм имела в выводковой сумке 4 зародышей на стадии образования бластодермы, 12 почти полностью сформированных — на стадии пигментации глаза, и 5 зародышей погибших и распадающихся. При концентрации 0.25 мг/л такие нарушения встречаются уже у 45% самок. Нарушения эмбриогенеза в токсической среде проявляются не только в неодновременном развитии зародышей, но всегда в их частичной или полной гибели и распаде в выводковой сумке материнской особи.

В естественных условиях у ветвистоусых гибель и резорбция зародышей в выводковой сумке на разных стадиях развития наблю-

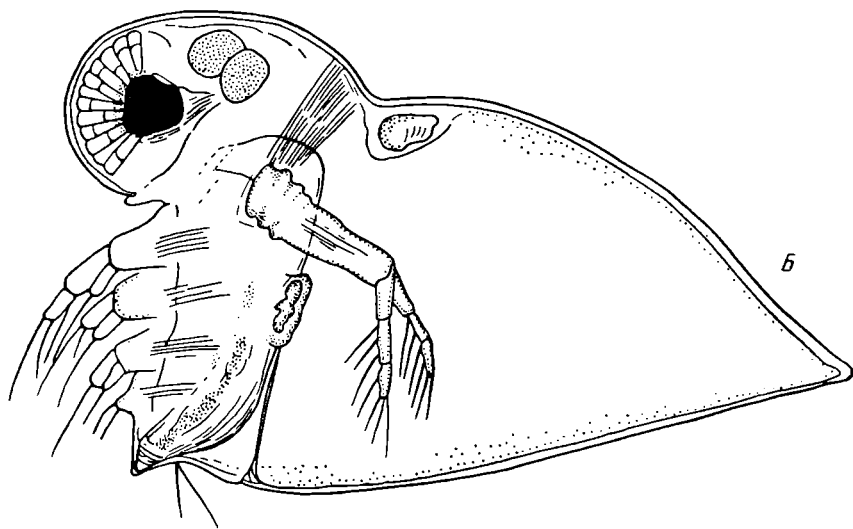
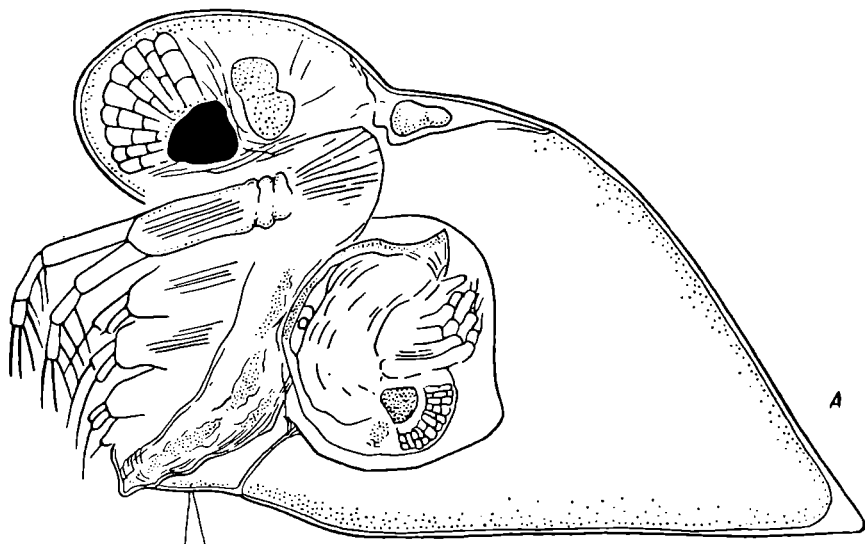


Рис. 3. Партеногенетические самки *Evadne anonyx* из Аральского моря, характеризующиеся резко сниженной плодовитостью.

А — самка со зрелым единственным зародышем; **Б** — самка с развивающимся зародышем в едва заметной выводковой сумке.

дались нами неоднократно у *Podonevadne camptonyx typica* в период гамогенеза (август—сентябрь) в юго-восточных районах Среднего Каспия в 1964—1966 гг. и в Арале в 1971 г. В яичнике самок можно видеть хорошо развитое четырехклеточное образование, дающее начало зимнему яйцу, либо зимнее яйцо в начальной стадии своего формирования, а в выводковой сумке — единственного эмбриона. Если резорбция происходит на ранних стадиях эмбриогенеза, то зародыш просто превращается в аморфную массу, а затем в мутное пятно, постепенно рассасывающееся в выводковой сумке (рис. 2). В пробах можно подобрать все стадии

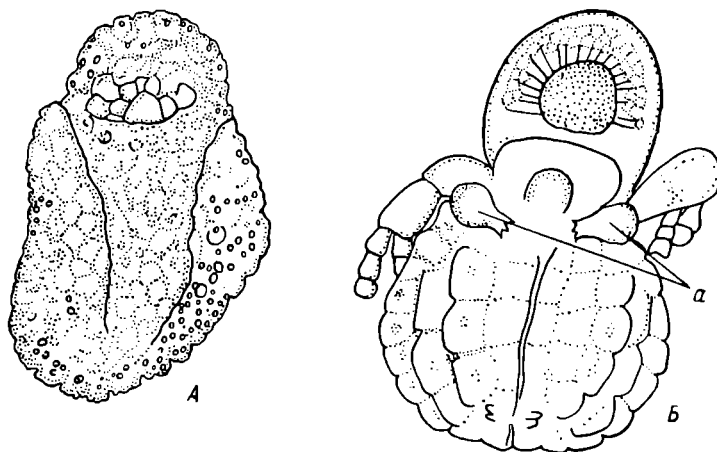


Рис. 4. Резорбция одного из двух зародышей в выводковой сумке.

А — погибший, распадающийся зародыш; Б — живой, развивающийся зародыш; а — зачатки мандибул.

такой резорбции зародыша. В случае гибели сформированного зародыша в выводковой сумке остаются сморщенные хитиновые оболочки его, которые затем высвобождаются при линьке.

У другого вида подонид — *Evadne anonyx* — в Арале по сравнению с Каспием наблюдается чрезвычайно низкая плодовитость при одинаковых средних размерах особи. В Каспии средняя плодовитость этого вида в августе—сентябре — 9 зародышей, максимальная — 19, в Арале же средняя — 3, а максимальная — 6 зародышей. Чаще всего встречаются особи всего с 1—2 зародышами. Их выводковая сумка мала, прижата к кишечнику, почти незаметна, при полностью развитом зародыше выводковая камера остается почти пустой (рис. 3). У каспийских *E. anonyx* сформированные зародыши наполняют всю камеру и обычно сильно увеличивают ее в объеме. Гибель и резорбция зародышей у аральских *E. anonyx* происходят как на ранних стадиях эмбриогенеза (образование бластулы, гастроллы), так и на более поздних (формирова-

ние конечностей, головного отдела, глаза, закладка мандибул) (рис. 4). Резорбция зародышей происходит при минимальном их количестве (2—3) и не зависит от перехода к гамогенезу, как это наблюдается у *Podonevadne camptonyx*.

Низкая плодовитость, нарушение эмбриогенеза и гибель зародышей у аральских форм являются следствием резкого ухудшения гидрологических и гидробиологических условий Аральского моря в связи с сокращением пресноводного притока [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурвич В. Ф. Зоопланктон озера Кара-Куль. Ташкент, 1957.
2. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Современное состояние фауны Аральского моря. — Гидробиол. ж., 1972, 8, 3.
3. Ривьер И. К. О размножении каспийских полимефид (*Podoninae*). — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, Л., 1968, 17 (20).
4. Рылов В. М. Зоопланктон Телецкого озера. — Тр. Зоол. ин-та АН СССР, М.—Л., 1949, 7, 4.
5. Ривьер И. К. Размножение церкопагид (*Cladocera, Polyphemidae*) Каспийского моря. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969, 19 (22).

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н. С. К а л у г и н а

РАЗВИТИЕ *GLYPTOTENDIPES IMBECILLIS* WALK. (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

Статья продолжает начатую ранее [1] публикацию данных по развитию и систематике представителей рода *Glyptotendipes* Kieff. Развитие *G. imbecillis* Walk. 1856 описывается впервые. Родовые описания яйцекладок, личинок, куколок и имаго *Glyptotendipes* даны ранее [1]. По существующим определителям имаго [4—6] данный вид с уверенностью определен быть не может. На основании особенностей строения личинки и куколки он должен быть отнесен к подроду *Phytochironomus* (Kieff.) [7]. В определителе А. А. Черновского [3] личинки подобной формы не упоминаются. Идентификация произведена после ознакомления с коллекцией хирономид Британского музея естественной истории и с хранящимся там типом *G. imbecillis*. Вид известен в Англии. В СССР обнаружен нами в водоемах Московской обл. Образ жизни и сезонная динамика этого вида описаны автором в одной из работ [2].

Glyptotendipes imbecillis Walk. 1856. Walker, 1856. Ins. Brit. III. p. 168, 66, Syn. severini Goet.

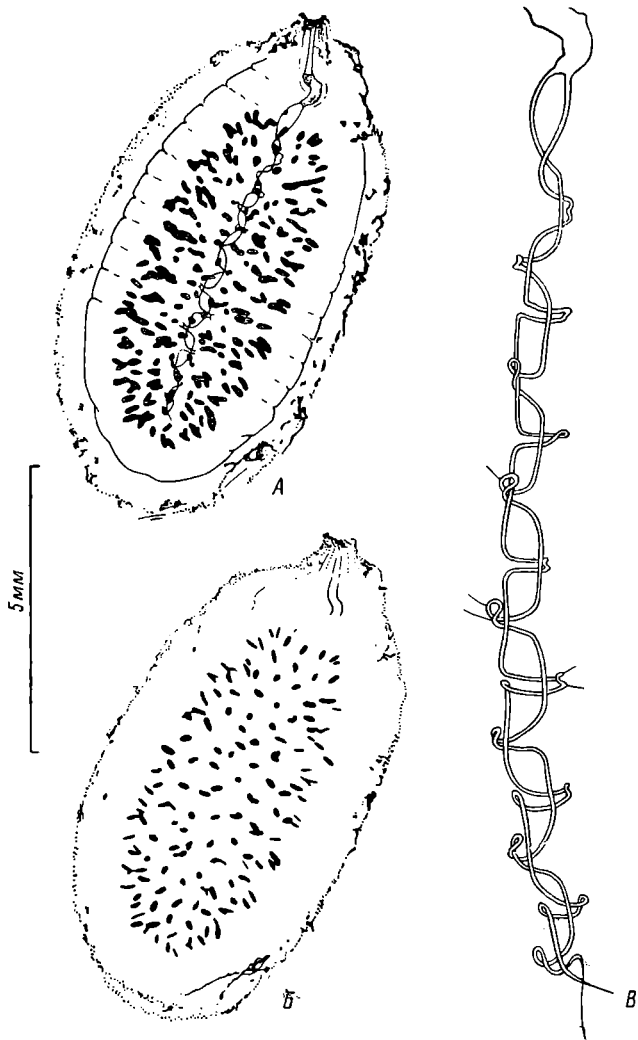


Рис. 1. Яйцекладка *Glyptotendipes imbecillis* Walk.

А, Б — яйцекладки: А — фото с наводкой на центральные слизистые нити, Б — с наводкой на вентральную сторону яйцевого комплекса; В — центральные слизистые нити.

Яйцекладка (рис. 1). Яйцевидный комочек довольно жидкой и подвижной слизи с таким же по форме комплексом яиц. Длина 8—9 мм. Тяж яиц описывает характерные для рода неполные кольца, но они выражены нечетко, так как расстояние между соседними яйцами в тяже приблизительно равно таковому между соседними кольцами тяжа (рис. 1, Б). Яйца светлые, желто-зеленые. По средней оси проходят две ясно видимые слизистые нити, образующие характерный для рода рисунок (рис. 1, А, В). Наружная слизь кладки липкая, часто бывает облеплена детритом. В водоеме кладки висят на погруженных частях растений.

Личинка I стадии (рис. 2, А—Г). Тело бесцветное, длина 1 мм. Передние щетинки каждого сегмента брюшка почти равны задним. Длина максимальной щетинки несколько менее ширины тела. Ширина головы около 95 мкм. Глаза изображены на рис. 2, А. Форма антенн (рис. 2, Б), мандибул (рис. 2, В) и субментума (рис. 2, Г) обычная для личинок I стадии рода *Gluptotendipes* [1]. Индекс антенн 0.2—0.25, длина базального членика 7—8 мкм. Длина мандибулы (расстояние «х») 52—55, ширина субментума (расстояние «у») 28—34 мкм.

Личинки II и III стадий. По строению близки личинке IV стадии. На II стадии индекс антенн 0.40—0.50, на III — 0.58—0.67. Длина базального членика 15—19, ширина головы 133 мкм, на III — 26—30 и 209 мкм соответственно.

Личинка IV стадии (рис. 2, Д—Л). Длина до 8 мм. Вентральных отростков на брюшке нет. Цвет кораллово-красный, жировое тело придает окраске грязно-белый оттенок. Головная капсула вся равномерно желтая, без пятен. Затылочный склерит с вентральной стороны коричневый. Длина головы 380—399, ширина 342—361 мкм. Глаза (рис. 2, Д) относительно размеров головы крупные, верхние глазки треугольные, два нижних хорошо обособлены друг от друга. Индекс антенн 0.80—0.95. Длина базального членика 52—62 мкм. Щетинка антенн оканчивается в пределах 4-го членика. Эпифарингеальный гребешок из трех групп тупых и почти слившихся зубцов (рис. 2, Ж). Мандибула (рис. 2, З) широкая, внешние зубцы черные, щетинка под проксимальным зубцом (рис. 2, И) короткая, ланцетовидная. Передний край основания максиллы (рис. 2, Л, мкс) в длинных острых конических зубцах. Дуга субментума (рис. 2,

Рис. 2. Детали строения личинок I и IV стадий, куколки и имаго *Gluptotendipes imbecillis* Walk.

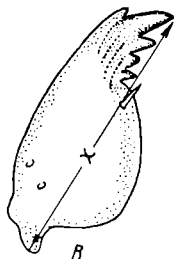
А—Г — личинка I стадии: А — глаза, Б — антенна, В — мандибула, Г — субментум; Д—Л — личинка IV стадии: Д — глаза, Е — антенна, Ж — эпифарингеальный гребешок, З — мандибула, И — щетинка, сидящая под проксимальным внешним зубцом мандибулы, К — часть переднего края паралабиальной пластинки субментума при ув. 15×40, Л — субментум с паралабиальной пластинкой и основанием максиллы; М — брюшко экзувия куколки; Н — антенна самки; О — передняя лапка самца; П — гипопигий; мкс — основание максиллы; сбм — субментум; палп — паралабиальная пластинка.



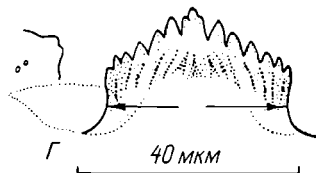
А



Б

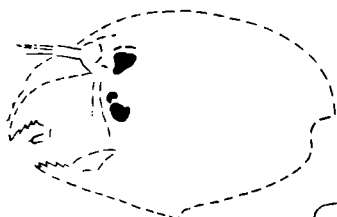


В



Г

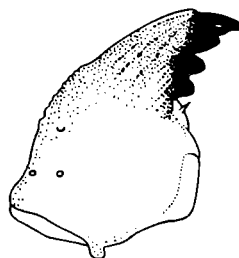
40 мкм



Д



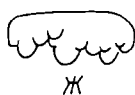
Е



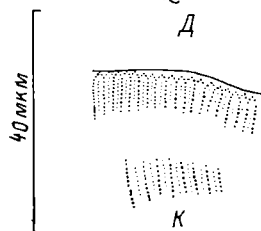
З



И

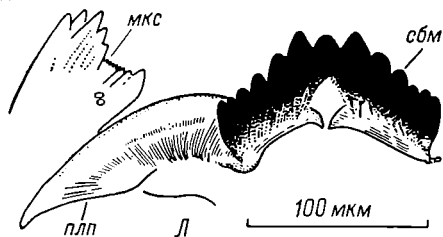


Ж



К

40 мкм



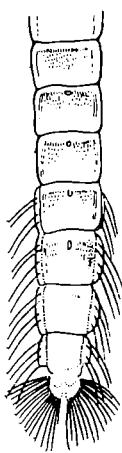
мкс

сбм

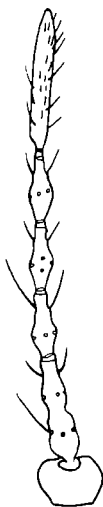
плп

Л

100 мкм



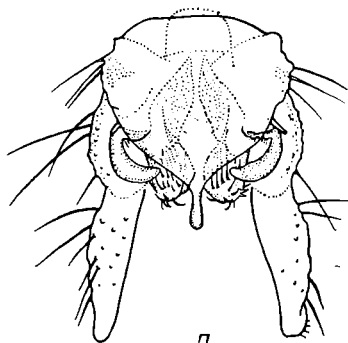
М



Н



О



П

Л, сбм) крутая. Срединный зубец чуть уже 1-го бокового, 1—3-й боковые постепенно уменьшаются по направлению к бокам субментума, 4—6-й резко уменьшены и приблизительно равны между собой, паралабиальные пластинки (рис. 2, *Л, плп*) приблизительно в 1.5 раза шире субментума, их внутренние углы сближены, передний край в неясно обрисованных, мелких, низких и тупых зубчиках (рис. 2, *К*), от середины каждого зубчика и от места их соприкосновения отходит назад по штриху.

К у к о л к а (рис. 2, *М*). Длина 7 мм. Грудь желтоватая, брюшко светло-зеленое. Экзувий светло-желтый, прозрачный. На III—VI брюшных тергитах желтые антерио-медиальные пластинки овальной формы с длинными шипами вдоль заднего края. Пластинки эти короткие: расстояние от заднего края (без шипов) самой длинной пластинки (на VI тергите) до заднего края несущего ее тергита относится к длине всего тергита как 76 к 100. II—VI тергиты довольно равномерно покрыты шагренью из темных шипиков, шипики у переднего края крупнее остальных, экзувий под ними слегка затемнен. На VII тергите и тергите анального плавника по два пятна шагрени близ передних углов, на VIII тергите два латерально вытянутых пятна. Число длинных краевых щетинок на V—VIII сегментах 4—4—4—4. Анально-латеральные гребни VIII сегмента желтые, число зубцов варьирует.

И м а г о (рис. 2, *Н—П*). Самец. Основной цвет (обусловлен внутренним содержимым тела, просвечивающим через тонкие покровы) желтовато-зеленый (при высыхании иногда зеленый с иным оттенком). Базальные членики антенн, мезонотальный полосу, постнотум и мезостернум рыжевато-желтые, покрытые легким беловатым томентумом. Лобных штифтов нет. Голова, скутеллум и брюшко основного цвета. Ноги бледно-желтые или зеленоватые, лапки коричневые, к дистальному концу постепенно темнеющие. *L. R.* — 1.28 (1.21—1.40). На передней лапке дистальная часть метатарзуса и 2—3-й членики с редкой, легко опадающей бахромой волосков (рис. 2, *О*). Длина максимальных волосков приблизительно равна длине конечного членика лапки, бахрома не длиннее и ее опушение реже опушения средней голени. Крылья без пятен. На III—VI брюшных тергитах иногда видны желтоватые отпечатки антерио-медиальных пластинок куколки. VI—VIII брюшные сегменты и гипопигий коричневато-желтые. У первых придатков гипопигия крючководно загнутая часть расширена посредине и сужена у проксимального конца при переходе в несущую щетинки базальную часть. Вторые придатки (эдеагусы) короткие с шаровидно вздутой дистальной частью (рис. 2, *П*). Тело узкое, стройное. Длина без усов 6—7 мм.

С а м к а. Окраска как у самца. Антенны желтые, 7-члениковые, 2-й и 3-й членики неполно отделены друг от друга (рис. 2, *Н*). *L. R.* самок обычно превосходит *L. R.* самцов из того же сбора приблизительно на 0.05—0.10.

1. К а л у г и н а Н. С. Систематика и развитие комаров-звонцов *Glyptotendipes glaucus* Mg., *G. gripekovienii* Keiff. (*Diptera, Chironomidae*). — Энтомол. обозр., 1963а, 42, 4.
2. К а л у г и н а Н. С. Места обитания и смена поколений у семи видов *Glyptotendipes* Kieff. и *Endochironomus* Kieff. (*Diptera, Chironomidae*) из Учинского водохранилища. В кн.: Учинское и Можайское водохранилища, 1963б, Изд. МГУ.
3. Ч е р н о в с к и й А. А. Определитель личинок комаров сем. *Tendipedidae*. — Опред. по фауне СССР, 1949, 33.
4. С о е R. L. *Chironomidae*. — In: Handbooks for the identification of British Insects, 1950, 11, 2.
5. E d w a r d s F. W. British non-biting midges. Trans. Entomol. Soc. London, 1929, 77.
6. G o e t t g e b u e r M. *Tendipedidae (Chironomidae)*. — In: Lindner. Die Fliegen der palaearktischen Region, 1937, 107.
7. L e n z F. *Tendipedidae (Chironomidae)*. Die Metamorphose der Tendipedinae. — In: Lindner. Die Fliegen der palaearktischen Region, 1957, 195.

Палеонтологический институт АН СССР

Л. Н. Л а п к и н а

ДЕЙСТВИЕ ФЕНОЛА НА КОНТАКТНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ *MUSCA DOMESTICA* L.

Цель работы — выяснить влияние фенола на активность хеморецепторных нейронов. Для этого использовался широко применяемый в электрофизиологических исследованиях контактных хеморецепторов препарат головы *Musca domestica* L., методика приведена в работе [5]. Принцип и основные закономерности работы этих рецепторов одинаковы для всех насекомых, поэтому результаты опытов по действию фенола могут быть перенесены и на водных насекомых.

Различные концентрации фенола готовились на 0.1 М растворе NaCl, который также применялся и в качестве контрольного раздражителя. Каждый эксперимент проводился по схеме: одна из лабеллярных сенсилл стимулировалась контрольным раствором, затем эта же сенсилла раздражалась фенолом заданной концентрации, после чего производился повторный контрольный опыт. Длительность раздражения равнялась 1—1.5 сек., а интервал между соседними раздражениями составлял 3 мин. Ответы регистрировались шлейфовым осциллографом МПО-2. В ответах сенсилл на контрольные растворы соли присутствовали импульсы одной или двух амплитуд, что соответственно

отражало активность одного или двух нейронов. В нашем изложении нейрон с большей амплитудой импульсов обозначен нейроном 1, с меньшей — нейроном 2. Об изменении их активности судили по частоте импульсного разряда, которая возрастала при возбуждении нейронов и падала при их торможении.

Нейроны разных сенсилл и типов по-разному реагируют на добавление фенола к контрольному раствору (не изменяют

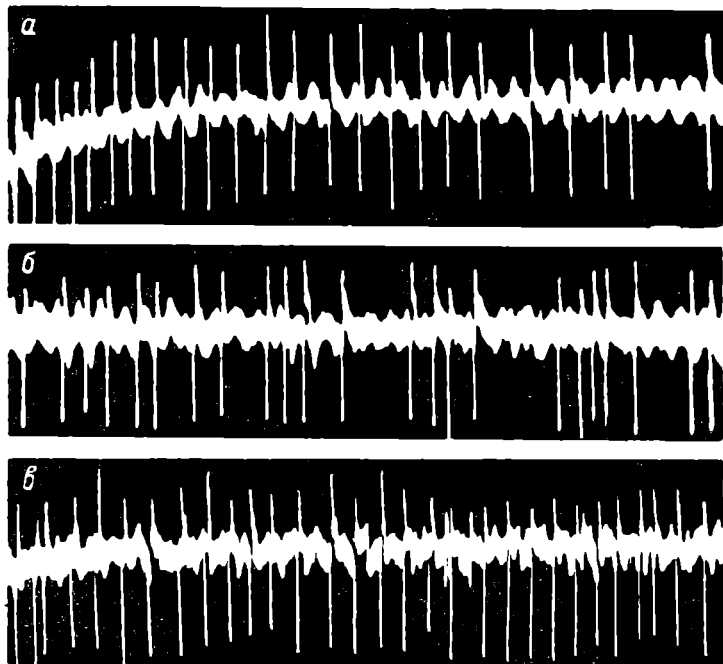


Рис. 1. Стимуляция сенсиллы 0.005%-м раствором фенола.

а — контрольное раздражение 0.1 М раствором NaCl; б — раздражение раствором фенола; в — повторный контроль.

своей активности, возбуждаются, тормозятся) и обладают разными порогами чувствительности к нему (см. таблицу). Фенол в низких концентрациях (0.0001—0.005%) либо не влияет на активность обоих нейронов, либо незначительно ее уменьшает. Последнее более характерно для нейрона 1 (рис. 1). С увеличением фенола в растворе все большее число нейронов реагирует на него возбуждением, при этом активность нейрона 2 возрастает чаще и быстрее, чем у нейрона 1 (рис. 2). Если импульсы нейрона 2 отсутствуют в первом контроле (рис. 3, а), то они могут быть вызваны 1—4%-м фенолом (рис. 3, б). Их появление часто

сопровождается урежением или исчезновением импульсации нейрона 1 (рис. 2, б, 3, б). Этот эффект возрастает с повышением концентрации фенола в растворе, но не свидетельствует о гибели нейрона 1, так как его импульсы появляются в повторном контроле иногда даже с большей частотой по сравнению с первым

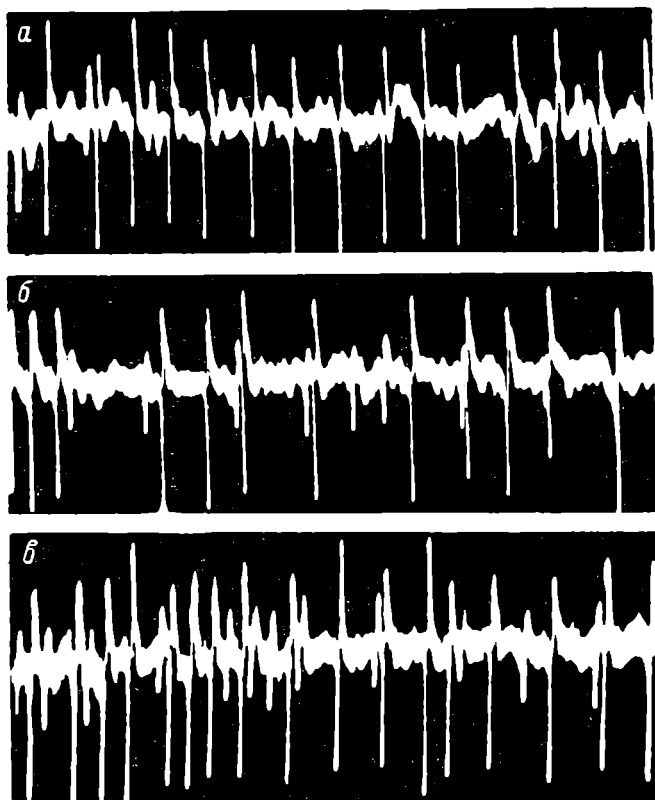


Рис. 2. Стимуляция сенсиллы 1%-м раствором фенола.
Обозначения те же, что на рис. 1.

контролем (рис. 2, в, 3, в). При этом к ним могут добавляться импульсы нейрона 2, даже если они отсутствуют в первом контроле (рис. 3). Такое несоответствие двух контролей становится все очевиднее с повышением концентрации фенола в растворе и, по-видимому, свидетельствует об изменении свойств рецепторных мембран. Это явление принималось за критерий токсических свойств фенола, а концентрации, при которых оно наблюдалось впервые, рассматривались как пороги проявления

Влияние фенола на активность
хеморецепторных пейропов *Musca*
domestica, %

Концентра- ция фенола	Нейроны		
	с эффектом торможения	с эффектом возбуждения	индифферент- ные к фенолу
0.0001	75	0	25
0.001	100	0	0
0.005	90	0	10
0.01	83	7	10
0.1	39	39	22
1.0	15	70	15
2.0	7	86	7
3.0	20	80	0
4.0	12	80	8
5.0	15	85	0
6.0	30	60	0
7.0	35	65	0

токсичности растворов. Фенол как конкурентное в отношении образования водородных связей вещество способен разрывать в белках водородные связи. Следовательно, его добавление к раствору соли, очевидно, может вызывать денатурационные изменения белковых молекул рецепторной мембраны. При этом их реакционная способность из-за освобождения ранее экранированных групп увеличивается, что, возможно, положительно влияет на восприятие соли NaCl. Роль реактивных групп, в частности сульфгидрильных, была показана для химической интерорецепции сосудов и кишечника [2], вкусовых рецепторов лягушки [3] и для вкусовых и обонятельных рецепторов мух и тараканов [6]. Аминные группы также играют роль во вкусовой рецепции [4]. Вероятно, фенольные, эндольные и другие освобожденные группы белка могут быть также ответственны за повышенную реактивность хемочувствительных мембран, что и является причиной реакций возбуждения нейронов большими концентрациями фенола и увеличения интенсивности ответа во втором контроле.

Результаты позволяют полагать, что токсический эффект фенола на хемочувствительные нейроны (в исследуемом диапазоне концентраций) проявляется в увеличении их импульсной активности. Пороги проявления токсичности лежат в широких пределах концентраций (0.1—5%) для разных нейронов. Они могут зависеть от числа пор на дистальном конце сенсиллы, через которые происходит контакт стимулирующего вещества с мембраной дендритов вкусовых нейронов, от степени их загрязнения, индивидуальных порогов чувствительности нейронов и от их принадлежности к типу 1 или 2. Предел растворимости фенола (8.2 г в 100 мл воды при 15°) помешал достигнуть силы стимула, веду-

щего к полному разрушению рецепторных мембран или к гибели нейронов.

Падение же активности нейрона 1, происходящее на фоне увеличения импulsации нейрона 2 при действии больших кон-

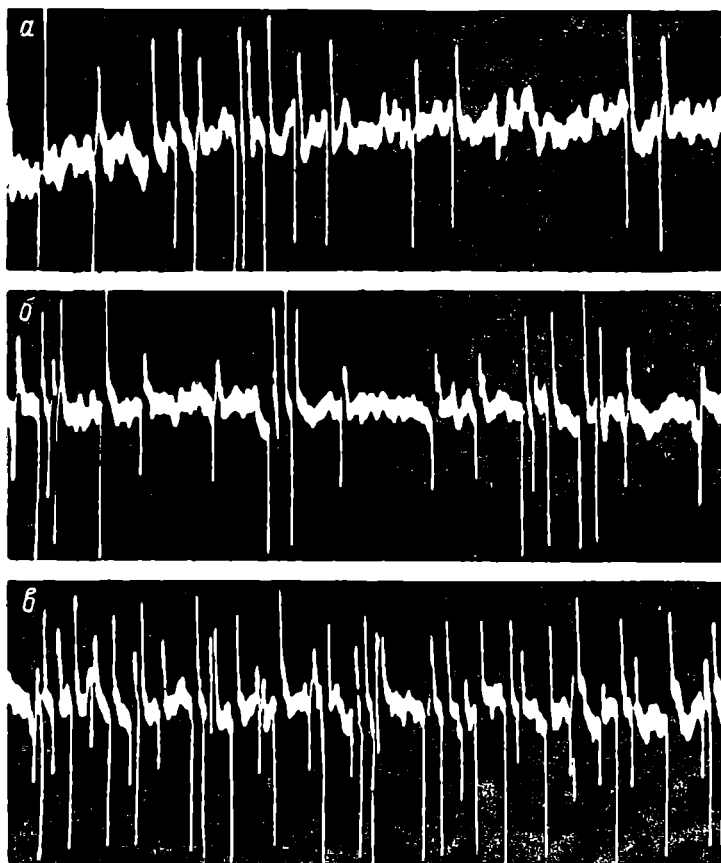


Рис. 3. Стимуляция сенсиллы 3%-м раствором фенола.

Обозначения те же, что на рис. 1.

центраций фенола, по-видимому, свидетельствует о возможности взаимосвязанного функционирования нейронов в сенсилле.

Незначительное торможение, оказываемое малыми концентрациями фенола на активность обоих нейронов, можно объяснить анестезирующим действием фенола на нервные окончания [1].

1. Аничков С. В., Беленький М. Л. Учебник фармакологии. Л., Медгиз, 1955.
2. Коштоянц Х. С. Белковые тела, обмен веществ и первная регуляция. М., Изд. АН СССР, 1951.
3. Юрьева Г. Ю. О роли реактивных групп белковых комплексов в возбуждении вкусового рецептора. — Биофизика. М., Изд. АН СССР, 1957, 2, 6.
4. Юрьева Г. Ю. К вопросу о роли реактивных групп белка во вкусовой рецепции. — Физиол. ж. СССР, 1960, 46, 9.
5. Hodgson E. S., Lettvin J. Y., Roeder K. D. Physiology of a Primary Chemoreceptor. — Unit. Science, 1955, 122, 3166.
6. Коуама Н., Кюрихара К. Modification by chemical reagents of proteins in the gustatory and olfactory organs of the fleshfly and cockroach. — J. Insect Physiol., 1971, 17, 12.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

П. А. Гдовский, Г. И. Флерова,
Б. А. Флеров

О ВЛИЯНИИ ФЕНОЛА НА НЕРВНУЮ СИСТЕМУ И НЕРВНО-МЫШЕЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ НИЗШИХ ПОЗВОНОЧНЫХ

Закономерности поведения рыб в условиях фенольного отравления [3] позволяют полагать, что местом поражающего действия фенола могут служить как нервная, так и мышечная системы. Надежным показателем функционального состояния этих систем служит их биоэлектрическая активность, поэтому представляется целесообразным с помощью электрофизиологических методов попытаться выявить первичное место действия токсиканта.

Цель настоящей работы — определить, в каких участках периферической, центральной нервной системы или нервно-мышечном соединении электрическая активность изменяется в значительной степени при воздействии сравнительно низких концентраций фенола.

При исследовании действия токсиканта на периферическую нервную систему седалищный нерв лягушки помещался в ванночку из оргстекла, заполненную раствором Рингера (сюда же добавлялись растворы фенола различных концентраций). Раздражение нерва производилось с помощью биполярных серебряных электродов одиночными прямоугольными электрическими импульсами. Использовалась такая сила раздражения, при кото-

рой возникающий потенциал действия (ПД) нерва достигал максимальной амплитуды. Исследовался также ПД в обонятельном нерве окуня и щуки. При этом использовался препарат изолированной головы рыбы. Раствор фенола наносился непосредственно на обнаженный нерв.

При работе с седалищным нервом ПД отводились биполярно, с обонятельным — монополярно. Регистрация ПД производилась на фотошпленку с экрана осциллографа С1-19Б.

При исследовании действия фенола на центральную нервную систему электрофизиологическим показателем служил ответ обонятельной луковицы щуки, вызванный электрическим раздражением обонятельного нерва. Методика препаровки и компонентный анализ ответа описаны ранее [4, 5].

Фенол в концентрации, токсичной для целого организма, не оказывал заметного влияния ни на суммарный ПД периферических нервов, ни на вызванный ответ обонятельной луковицы (рис. 1, а—е; рис. 2). Подавление ПД наблюдалось лишь при концентрации $6 \cdot 10^2$ у лягушек и $1 \cdot 10^3$ мг/л (в некоторых опытах) у рыб. Более заметным (но еще обратимым) было подавление ПД у рыб при концентрации фенола $2 \cdot 10^3$ мг/л (рис. 1, г—е). Дальнейшее увеличение концентрации токсиканта вело к необратимым изменениям ПД и постсинаптического ответа луковицы.

Тоида (цит. по [7]) наблюдал, что фенол прямо не действовал ни на нерв, ни на мышцу, иннервируемую этим нервом, в то же время ПД мышцы, вызванный электрическим раздражением нерва, увеличивался под влиянием фенола. Отсюда сделано предположение, что фенол облегчает нервно-мышечную передачу, действуя непосредственно на нервно-мышечный синапс. Это предположение подтвердилось в работах Отсука и Нономура [8], Куба [7] и в заключительной части настоящей работы — при исследовании миниатюрных потенциалов концевой пластинки (МПКП), характеризующих активность нервно-мышечного соединения.

МПКП отводились внутриклеточно (из одиночных волокон красной мышцы грудного плавника карпа и портняжной мышцы лягушки) с помощью стеклянных микропипеток с диаметром кончика 0.5—1.0 мкм, заполненных 3 М раствором KCl, с сопротивлением не более 40 мом. Индифферентным служил Ag-AgCl

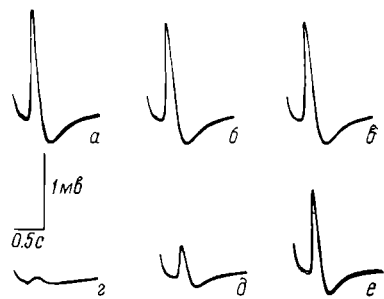


Рис. 1. Влияние на ПД обонятельного нерва щуки растворов фенола.

а — контроль; б — 500 мг/л; в — 1000 мг/л (по 10 мин.); г — 2000 мг/л (1 мин.); д — отмывка раствором Рингера 5 мин.; е — отмывка 15 мин.

электрод с каолиновым переходником к объекту. МПКП через катодный повторитель [1] поступали на вход осциллографа (С1-19Б с модифицированным блоком вертикального усиления) и затем на чернилописец ОМПЧ-01. Регистрация осуществлялась либо с экрана электронно-лучевого осциллографа на фотопленку, либо с помощью чернилописца на бумагу.

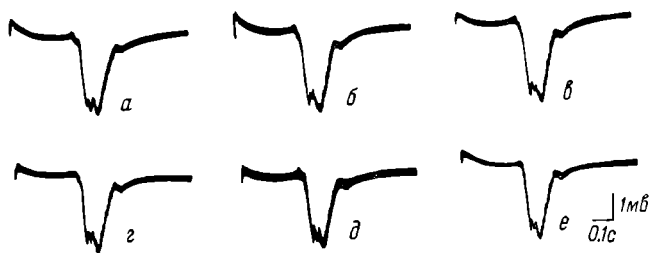


Рис. 2. Устойчивость потенциалов, генерируемых структурами обонятельной луковицы щуки (мозговая оболочка удалена), к прямому действию растворов фенола.

a — контроль; *b* — 10 мг/л; *в* — 100; *г* — 500; *д* — 1000 мг/л; *е* — отмывка.

При перфузии мышцы раствором Рингера (контроль) частота МПКП у карпа варьировала от 5 до 50 в 1 сек. (в среднем 20/сек.), а у лягушки в основном от 1 до 5 в 1 сек. (в среднем 2/сек), хотя в отдельных случаях регистрировались МПКП с частотой до 100/сек., что согласуется с работой [6].

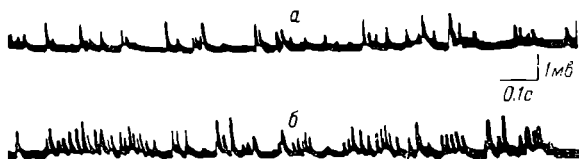


Рис. 3. Действие раствора фенола на МПКП красной мышцы грудного плавника карпа.

a — контроль; *b* — через 5 мин. после действия фенола (50 мг/л).

При перфузии мышцы карпа раствором Рингера с добавлением фенола (50 мг на 1 л раствора) наблюдалось увеличение частоты МПКП по сравнению с контролем (рис. 3), при этом амплитуда МПКП заметно не изменялась. В 11 опытах из 14 частота увеличивалась примерно на 54% в течение 2—10 мин. (в 3 опытах она осталась почти неизменной). В дальнейшем наблюдалось снижение частоты МПКП и в некоторых случаях восстановление ее до исходного уровня. Аналогичное (но затянутое до 5—60 мин.)

действие оказывал фенол и на МПКП в портняжной мышце лягушки.

Если принять, что МПКП отражают процесс выброса квантов медиатора ацетилхолина, ответственного за передачу электрических сигналов в местах нервно-мышечных соединений, и что величина каждого кванта относительно постоянна [2], то из заключительных результатов настоящей работы следует, что фенол определенной концентрации в течение определенного времени увеличивает количество высвобождающегося медиатора и, по-видимому, облегчает нервно-мышечную передачу сигналов. Каков характер действия фенола на нервно-мышечное соединение при расширении диапазона концентраций и времени воздействия, покажут будущие исследования.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бызов А. Л., Болгард М. М. Катодный повторитель для работы с микроэлектродами. — Физиол. ж. СССР, 1959, 45, 1.
2. Катц Ю. Нерв, мышца и синапс. М., изд. «Мир», 1968.
3. Флеров Б. А. Экспериментальное исследование фенольного отравления рыб. — Автореф. дисс., М., 1965.
4. Флерова Г. И. Ответы обонятельной луковичи окуня и щуки на электрическое раздражение обонятельного нерва. — Ж. эвол. биохим. и физиол., 1967, 3, 4.
5. Флерова Г. И. Анализ распределения потенциала в обонятельной луковиче щуки при электрическом раздражении обонятельного нерва. В кн.: Электрофизиол. исслед. центр. нервн. системы позвоночных, Л., изд. «Наука», 1970.
6. Fatt P., Katz B. Some observation biological noise. — Nature, 1950, 166, 4.
7. Kuba K. The action of phenol on neuromuscular transmission in the red muscle of fish. — Jap. J. Physiol., 1969, 19.
8. Otsuka M., Nomomura V. The action of phenolic substances on motor nerve endings. — J. Pharmacol. a. Exp. Therapy, 1962, 140.

Б. А. Флеров, Ю. В. Ершов

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛИМИНАЦИИ ФЕНОЛА ИЗ ОРГАНИЗМА РЫБ

Известна лишь одна работа Бони [1] по изучению элиминации фенола у рыб, в которой показано, что после внутримышечной инъекции карасям 200 мг/л токсиканта через 30 мин. выводится около 50% введенного количества, а через 4 часа — 90%. Для определения фенола ею использован метод Гиббса, основанный на образовании в щелочной среде индофенольной окраски при реакции фенола с хлорамидом 2.6 дибромхинона.

По данным автора, фенол элиминируется в неизменном виде. Это не совсем точное заключение, поскольку упомянутым методом определяются все летучие одноатомные фенолы. Учитывая важность полученных данных для объяснения механизма обезвреживания фенола в организме рыб, нами поставлены аналогичные опыты на карпе. Фенол определялся более совершенными методами.

Эксперименты проводились на рыбах 2—3-летнего возраста весом 180—200 г при температуре 20°. В 1-й серии опытов фенол (карболовая кислота), приготовленный на физиологическом растворе в дозе 200 мг/кг, при помощи специальной тонкой пластиковой трубки вводился карпам через рот в конец пищевода или непосредственно в тонкий кишечник до упора в первую петлю, с тем чтобы предотвратить его вытекание из ротовой полости (пероральное введение). Во 2-й серии опытов точно такая же доза токсиканта вводилась интраперитонеально. После инъекции каждая подопытная рыба помещалась в специальный 2,5-литровый плексигласовый закрытый аквариум, продуваемый через размельчитель воздухом. Через 1, 5, 15, 30 мин., 1, 2, 3, 4 часа из аквариума брались пробы воды, в которых фенол определялся колориметрическим методом на ФЭК-56 после его реакции с пирамидоном и красной кровяной солью в щелочной среде. При расчете выведенного рыбой фенола каждый раз учитывалось уменьшение объема воды в аквариуме после взятия пробы. В ряде случаев фенол из пробы выделялся при помощи отгонки. Однако результаты контрольных определений фенола с отгонкой и без нее были одинаковыми. В третьей серии опытов фенол вводился также интраперитонеально, но его определение производилось методом флуоресценции на приборе «Аква-МФ» конструкции ЦКБ АМН, позволяющем регистрировать как спектры возбуждения, так и флуоресценции, что дает возможность более точной идентификации флуоресцирующих веществ. Параметры прибора были следующими: входная и выходная щели монохроматора возбуждения — 2 мм, щели монохроматора наблюдения — 1 мм, обратная линейная дисперсия монохроматора возбуждения — 40 Å/мм. Чувствительность прибора 1 : 1, постоянная времени — 1с, скорость сканирования — 4 мин. на весь диапазон (200—800 нм) монохроматора. При количественном определении фенола использовалась длина волны 270 нм. Она была выбрана для того, чтобы уменьшить эффект наложения возбуждающего излучения на спектр флуоресценции фенола. Все определения проводились при pH = 7.7.

Всего было поставлено 36 опытов (на 36 рыбах), однако 12 из них были забракованы из-за методических погрешностей: в одних случаях наблюдалось некоторое выделение фенола из места инъекции, в других — при пероральном введении часть фенола рыбы отрывали.

Результаты, полученные в 24 опытах (рис. 1), несмотря на значительные индивидуальные колебания, свидетельствуют о быстром выведении фенола из организма рыб. Элиминация начинается через несколько минут после введения и особенно интенсивно протекает на протяжении первого часа, максимум наблюдается на 10—15-й минуте. При пероральном введении (1-я серия) через час в среднем выводилось около 75% фенола, а при интрапери-

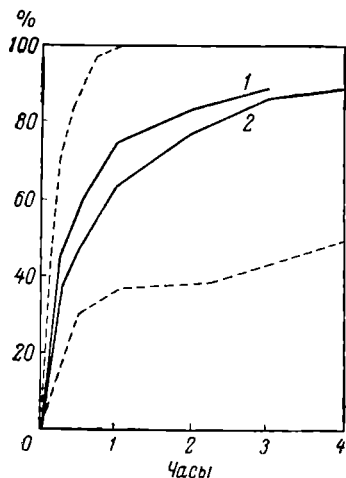


Рис. 1. Динамика выведения фенола из организма карпа.

1 — элиминация при пероральном введении; 2 — элиминация при интраперитонеальном введении. Пунктирные линии — крайние варианты динамики элиминации фенола. По оси ординат — количество выведенного фенола от введенного (200 мг/кг), %; по оси абсцисс — часы.

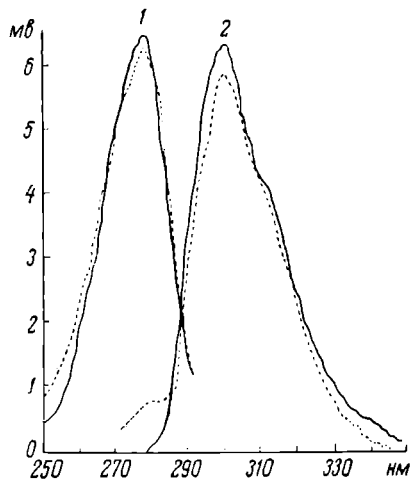


Рис. 2. Спектры возбуждения (1) и флуоресценции (2) вводимого и элиминированного фенола.

Сплошная линия — выведенный фенол; пунктирная — вводимый. По оси ординат — интенсивность излучения, мв; по оси абсцисс — длина волны, нм.

тонеальном (2-я серия) — 65%. В первом случае процесс протекает несколько более интенсивнее, однако различие статистически недостоверно. Результаты 3-й серии опытов совпали с такими 2-й.

Во всех опытах через 3—4 часа выведение фенола практически прекращалось. К этому сроку в среднем выделяется 85—90% введенного в организм токсиканта. Если учесть, что ошибка при количественном определении фенола составляет около 10%, то можно заключить, что через 3—4 часа выводится практически весь фенол.

Относительно быстрое и интенсивное выведение фенола, а также методы его определения (пирадиноновый и метод Гиббса) косвенно свидетельствуют о неизменности элиминированного

фенола, поскольку при помощи этих методов, если производить отгонку пробы, определяются одноатомные летучие фенолы [2]. Примененный нами флюоресцентный метод определения токсиканта помимо быстроты дает значительно большие основания говорить о полной идентичности введенного и элиминированного токсиканта, так как спектры возбуждения и флуоресценции выделенного рыбой фенола и контрольного раствора фенола по форме одинаковы и их соответствующие максимумы (278 и 299 нм) совпадают (рис. 2). Кроме того, известно, что характерной особенностью одноатомного фенола является уменьшение интенсивности его флуоресценции при увеличении pH от 1 до 13. При pH=13 флуоресценция полностью отсутствует. Такой же эффект наблюдался и в наших опытах с элиминированным рыбой фенолом.

Следовательно, полученные нами результаты подтверждают данные Бони [1] о быстром выведении фенола. Они также свидетельствуют о неизменности выведенного токсиканта, что дает основание предполагать отсутствие у рыб разрушающей фенол ферментативной системы и считать процесс элиминации основным способом обезвреживания этого токсиканта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Boni P. Acute toxicity and elimination of phenol injected into fish (*Carassius auratus* L.) — *Experimentia*, 1965, 21.
2. Губен-Вейль. Методы органической химии. М., 1963, 2.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

К. А. Б а к у л и н

О ХАРАКТЕРЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ, ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ И ПРОЗРАЧНОСТИ ВОДЫ НА ЗАЩИЩЕННОМ МЕЛКОВОДЬЕ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 1971 г.

Защищенное мелководье Волжского плеса Рыбинского водохранилища в районе Борка представляет собой Хохотский пролив, отделяющий о. Хохотский от основного берега. Разрез, на котором производились наблюдения с мая по декабрь 1971 г., расположен примерно в 150 м к югу от Борковского канала. Общая длина разреза около 3 км, станции наблюдений на мелководье размещались одна от другой на расстоянии примерно 200 м. На разрезе было намечено 5 станций, из них 4 располагались на защищенном мелководье (рис. 1), а одна на левом склоне

русла Волги, где глубины превышали 7 м. За период наблюдений ст. 1 не затоплялась, на ст. 2 глубина не превышала 40 см, на ст. 3, расположенной около магистральной канавы, глубина была 0.9 м, на ст. 4 — 1.5 м.

Изменения уровня воды в период исследования представляли следующую картину. С 4 мая от условной отметки 10.50 м уровень повышался и 7 июня оказался на отметке 11.40 м (НПУ), после чего он постепенно понижался к октябрю до 9.67 м и таким оставался до декабря.

Полученные результаты показали на значительные изменения исследуемых характеристик по длине разреза. Разница температуры воды между ст. 2 и 4 составляла 5—6° (31 V—28 VI), а электропроводности — 30 мксим/см (рис. 2). Примерно тоже отмечалось и между наблюдениями, которые проводились через каждую неделю.

В начале мая температура воды на мелководье достигала 5—12°, к концу мая—началу июня она повысилась до 16—23°. С середины июня до середины августа температура воды колебалась от 17 до 24°. С середины августа на станциях 4 и 5 наблюдалось понижение температуры воды и к сентябрю она понизилась до 15°, к началу октября до 8°, а к 1 ноября до 1—0°. В течение сезона в связи с временным похолоданием между сроками наблюдений на мелководье отмечались три случая наиболее резких падений температуры воды (на 5—7°) — 7 июня, 5 июля и 4 октября. С мая до середины августа температура воды на защищенном мелководье была выше, чем в открытой части плёса. Наименьшая разница отмечалась между ст. 4 и 5, где она не превышала 1—1.5°. В период летне-осеннего выхолаживания водоема разница температур воды между ст. 4 и 5 достигла 2—3°, а в октябре 4°. Если на ст. 4 температура воды понизилась до 1—0° к 1 ноября, то в открытой части плёса — в конце ноября (24 XI). Ледостав на мелководье образовался 25 октября.

Прозрачность воды с мая до конца июня на ст. 4 и 5 мало отличалась по величине. Если на ст. 4 она была меньше 1 м, то на

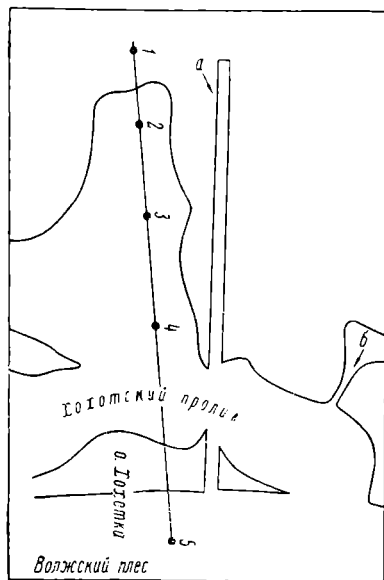


Рис. 1. Схема защищенного мелководья в районе Борка.

а — Борковский канал; б — Красный ручей. 1—5 — номера станций и направление разреза.

ст. 5 несколько больше (рис. 2). Различия в прозрачности воды на этих станциях заметно увеличились в июле и достигли максимальных значений в октябре: на ст. 4 прозрачность равнялась 0.3 м, а на ст. 5 — 1.8 м. Наблюдались заметные и резкие изменения прозрачности. Так, 19 октября резкое ее уменьшение на

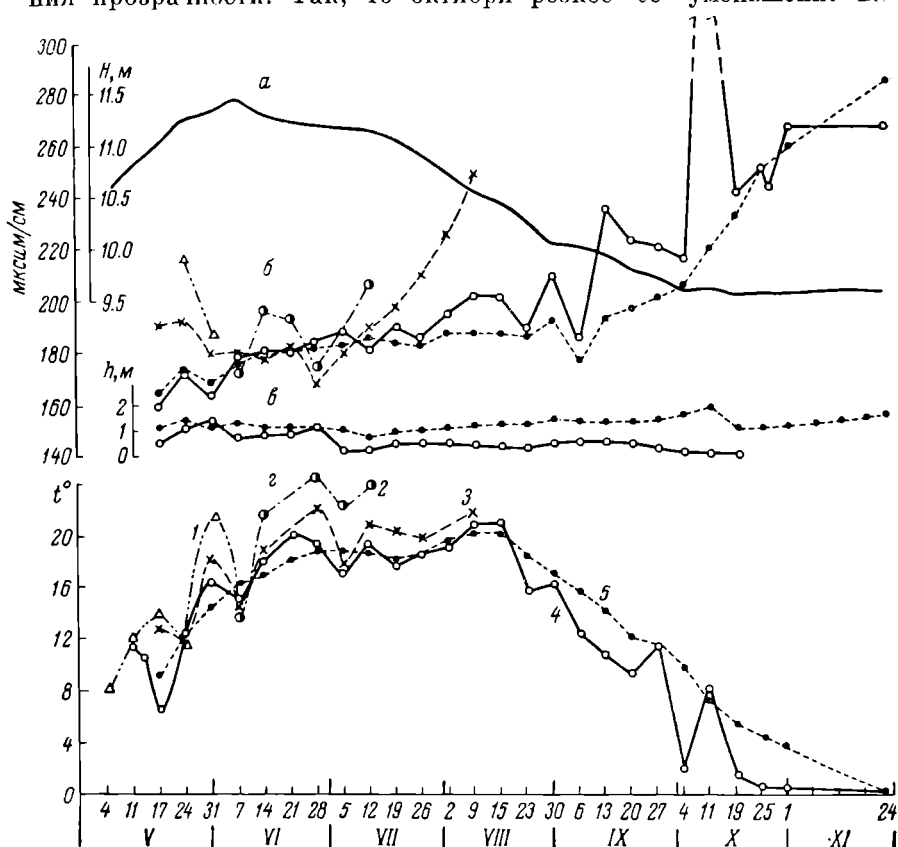


Рис. 2. Изменение уровня воды (а), электропроводности (б), прозрачности (е) и температуры поверхности воды (г) на защищенном мелководье у Борка в вегетационный период 1971 г.

1 — у уреза воды; 2 — ст. 2; 3 — ст. 3; 4 — ст. 4; 5 — ст. 5.

ст. 5 было вызвано волнением и значительным ветровым переносом мелкого песка и других частиц с берега в водоем. Пониженная прозрачность воды в первой половине июля и в октябре на ст. 4 — также результат взмучивания донных отложений и ветрового переноса песчаного и пылеватого материала с берега в водоем.

Электропроводность воды имела общую тенденцию к повышению. С 150 мксим/см в начале наблюдений она увеличилась

до 326 мксим/см в конце. Наибольшие величины ее, как правило, наблюдались на мелководье, наименьшие — в открытой части Волжского плёса. Отшнурование отдельных участков акватории от основного мелководья вело к увеличению в них электропроводности. Это особенно хорошо прослеживалось на ст. 3 в начале августа. Большое влияние на электропроводность воды оказывает ветровой снос частиц с берега и волновое взмучивание донных отложений. Так, по этой причине на ст. 4 с 4 по 11 октября электропроводность увеличивалась с 220 до 386 мксим/см, достигнув максимального значения за весь период наблюдений.

Интересно отметить, что в зависимости от глубины меняется и ход кривых распределения характеристик. На наиболее глубоких участках он более плавный, на мелких ступенчатый, неровный (рис. 2).

Следует отметить, что если изменения температуры, электропроводности и прозрачности воды на мелководье могут влиять лишь на условия существования гидробионтов, то колебания уровня воды и связанное с ним увеличение глубины, а особенно осушение дна, приводят к частичной их гибели. Возникает вопрос, какова обеспеченность пребывания осушной зоны под водой в вегетационный период 1971 г. и достаточна ли она для нормального существования гидробионтов при данных экологических условиях? Чтобы ответить на этот вопрос, нами подсчитана обес-

Т а б л и ц а 1

Обеспеченность пребывания осушной зоны под водой в районе Борка с 25 апреля по 1 сентября 1971 г.

Среднесуточный уровень (условный) воды, м	Продолжительность, дни	Обеспеченность, %	№ станции	Продолжительность, дни	Обеспеченность, %
11.50	1	0.3	2	55 (с 18 V по 11 VII)	15.1
11.40	19	5.2			
11.30	34	9.3			
11.20	41	11.1			
11.10	55	15.1			
11.00	64	17.6	3	96 (с 6 V по 9 VIII)	26.3
10.90	75	20.6			
10.80	83	22.8			
10.70	89	24.4			
10.60	96	26.3			
10.50	104	28.7	4	128 (с 25 V по 1 IX)	35.0
10.40	113	31.0			
10.30	117	32.2			
10.20	124	34.4			
10.10	128	35.0			
10.00					

**Обеспеченность среднесуточной температуры воды на глубине
1 м в районе Борка с 6 мая по 30 июня 1971 г.**

Температура воды, °С	Повто- ряемость	Продол- жительность, сутки	Обеспеченность, %	
			повто- ряемости	продолжи- тельности
21—19	4	4	7.8	7.8
19—17	11	15	21.6	29.4
17—15	12	27	23.5	52.9
15—13	7	34	13.7	66.6
13—11	6	40	11.8	78.4
11—9	7	47	13.7	92.0
9—7	3	50	5.9	98.0
7—5	1	51	2.0	100

печенность существования мелководья в районе разреза при условных отметках уровня воды от 11.50 до 10.00 м (табл. 1) и среднесуточной температуры воды в диапазоне от 5 до 21° на глубине 1 м от поверхности воды (табл. 2). Как видно из приведенных данных (табл. 1), время нахождения ст. 2 в пределах мелководья равнялось 55, ст. 3 — 96 и ст. 4 — 128 суткам. Наименьшей стабильностью характеризовался уровень воды от 11.00 м и выше. Наименьшую обеспеченность имели температуры воды в диапазоне 5—9 и 19—21°.

А. В. Ф о т и е в, В. П. Ф о т и е в а

**СВЯЗЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
С МИНЕРАЛЬНЫМ В БОЛОТНЫХ ВОДАХ**

Почти совершенно отсутствуют сведения о природе и характере связи растворенного и коллоидного органического вещества с минеральным в гумусе болотных вод. Между тем участие всего комплекса в водных процессах как фактора, в значительной степени обуславливающего физические, химические и биологические особенности воды, не менее важно, чем сведения о составе его органической части. Это можно объяснить, с одной стороны, отсутствием надежного метода, позволяющего выделить в достаточном количестве органоминеральный комплекс неизменным для дальнейшего исследования, а с другой — отсутствием прямого количественного метода определения окрашен-

ных органических веществ в воде. В настоящее время разработанные нами методы выделения гумусовых веществ [2] и спектрофотометрический прямой определения окрашенного органического вещества в воде [3] в сочетании с химическим анализом его минеральной части дают возможность подойти к изучению природы и характера связи органического вещества с минеральным в природном гумусе. В качестве объекта мы избрали гумусовые вещества, полученные вымораживанием из воды, вытекающей из одного болотного массива Ярославской обл. [2].

Разделение органоминерального комплекса проводили диализом на целофане с размером пор около 6 нм (60 Å). Для этой цели исследуемый раствор, содержащий 2.57 г/л гумуса в объеме 100 мл, разливали в целофановые мешочки, которые погружали в диализаторы с 100 мл дистиллированной воды. По истечении суток раствор из диализаторов сливался в отдельный сосуд, а диализаторы вновь заливались водой. Такая операция продолжалась в течение трех суток. В конце опыта жидкость из целофанового мешочка сливалась, а растворы из диализаторов концентрировались вымораживанием до объема исходной жидкости, т. е. до 100 мл.

Таким образом, в ходе диализа гумус был разделен на коллоидальную фракцию с размером частиц более 6 нм и так называемую «истинно растворимую» фракцию с размером частиц менее 6 нм. В исходном растворе и во всех фракциях определяли содержание окрашенных веществ спектрофотометрически, pH среды стеклянным электродом, цветность, электропроводность на реохордном мосту Р-38 с х-38, зольность, сумму полуторных окислов по Ариуншкеной [1] (табл. 1).

Приведенные данные показывают, что исходный раствор был окрашен в темный цвет (цветность 12 900 град.), имел кислую реакцию (pH=3.40) и значительную электропроводность (511 мксим),

Т а б л и ц а 1

Результаты опытов по диализу природного гумуса, полученного вымораживанием из болотной воды

Раствор	pH	Электропроводность, мк/см	Содержание гумуса, г/л	Цветность, градусы Р+Со шкалы	В % на сухое вещество					
					зольность	SiO ₂	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	SO ₄	Ca	Mg
Исходный Коллоидальная фракция Истинно растворимая фракция	3.40	511	2.570	12900	10.0	3.40	2.75	3.98	0.50	0.39
	4.00	196	1.872	9200	6.70	2.31	2.31	1.22	0.50	0.38
	3.70	315	0.711	1396	13.85	1.50	—	12.30	—	—

что обуславливалось в основном наличием серной кислоты в поглощенном состоянии. Минеральную часть раствора составляли в основном кремниевая и серная кислоты, железо и алюминий. Как коллоидная система раствор гумусовых веществ состоял из разных по величине частиц. За три дня диализа мембрана задержала 72.3% органического комплекса с размером частиц более 6 нм. Эта коллоидная фракция была окрашена в темный цвет, характерный для так называемых гуминовых кислот, имела более высокую кислотность ($\text{pH}=4$), значительно меньшую электропроводность — 196 мксим, и в УФ лучах флуоресцировала зеленовато-желтым цветом. Зональная часть ее была представлена в основном теми же элементами — Si, Fe, Al, Ca, Mg, SO_4 . Несколько меньшее содержание кремниевой и особенно серной кислоты привело к снижению электропроводности до 196 мксим и зольности до 6.70%.

За три дня продиализировано 27.7% органического вещества с размером частиц менее 6 нм (табл. 1). В силу меньшей дисперсности частиц и иного минерального состава раствор имел желто-оранжевую окраску, характерную для так называемых фульвокислот, пониженный pH, значительно большую электропроводность и зольность за счет серной (12.3%) и кремниевой кислот. В УФ лучах флуоресцировала светло-зеленовато-желтоватым цветом. Элементы третьей и второй групп в растворе почти отсутствовали.

Из результатов анализа видно (табл. 1), что наибольшая коллоидальная фракция гумусовых веществ связана с железом, алюминием, кальцием, магнием в комплексе с кремнием, а наименьшая «истинно растворенная» часть окрашенных веществ — с кремнием и, вероятно, с водородом, входящим в поглощающий комплекс водного гумуса. Отсюда непосредственно следует, что гумус, не содержащий в поглощенном состоянии полуторных окислов и кальция и при этом связанный с кремнием в присутствии минеральной кислоты, более доступен распыляющему действию воды, нежели гумус, содержащий элементы третьей и второй групп в соединении с кремниевой кислотой. Кроме того, общим как для исходного гумуса, так и двух полученных из него фракций является наличие в них окрашенных органических веществ, а также кремниевой и серной кислот, т. е. они представляют собой кремнеорганические комплексы. Качественные и количественные различия в минеральном составе обуславливают их различие в степени дисперсии, pH, электропроводности и содержании окрашенных органических веществ. Это подтверждается следующим опытом.

Полученная нами фракция гумуса, прошедшая через целлофановую мембрану и имеющая размеры частиц менее 6 нм, была вновь подвержена диализу в тех же условиях в течение трех дней (табл. 2).

Результаты опытов по повторному диализу фракции гумусовых веществ, предварительно прошедшей через целлофановую мембрану

Раствор	pH	Электро- проводность, мк/см	Содержание гумуса, г/л	Цветность, градусы Р + /Со шкалы
Исходная, истинно растворимая фракция после 3-дневного диализа	3.70	315	0.711	1396
Коллоидальная фракция . . .	4.25	88	0.438	800
Молекулярно-растворимая фракция	3.90	231	0.260	500

«Истинно растворимая» фракция при повторном диализе вновь разделилась на молекулярно растворимую и коллоидальную фракции (табл. 2). Последняя была окрашена в желтый цвет, характерный для так называемой апокреновой кислоты, флуоресцировала светло-зеленовато-желтоватым цветом, содержала меньшую часть серной кислоты (судя по электропроводности) и большую часть (62%) окрашенных органических веществ, что можно объяснить изменением реакции среды за счет удаления серной кислоты и, следовательно, переходом кремневой кислоты при pH=4.25 в состояние геля и адсорбцией на поверхности основной части гумусовых веществ. Молекулярно-растворимая фракция имела в три раза большую электропроводность за счет серной кислоты, была окрашена в светло-лимонный цвет, характерный для креновой кислоты, и флуоресцировала бледно-голубым цветом.

Таким образом, из приведенных данных (табл. 1, 2) следует, что исходные гумусовые вещества в процессе диализа были разделены на три фракции: темноокрашенная, характерная для так называемой фракции гумусовых веществ с меньшим содержанием минеральных элементов (в основном Fe, Al, Ca, Mg и Si), адсорбционно связанных с органическим веществом, и окрашенные в желтый и светло-лимонный цвет, характерный для фульвокислот (типа креновой и апокреновой) с большим содержанием минеральных элементов за счет кремневой и серной кислот, адсорбционно связанных с окрашенным органическим веществом. Для всех трех фракций характерно присутствие в адсорбционном легко отщепляемом состоянии минеральной серной кислоты, что и обуславливает кислый характер гумусовых веществ.

Эти материалы по разделению гумусовых веществ с помощью диализа дают новое представление о природе гумусовых веществ воды и хорошо согласуются с данными по хроматографическому разделению водного гумуса на колонках с углекислым барием [4].

В предыдущей работе [3] мы предположили, что окрашенные органические вещества болотных вод непосредственно связаны с кремневой кислотой. Очевидно, эта связь более сложная. По-видимому, гумусовые вещества воды могут находиться в адсорбционном состоянии не только с кремневой кислотой в том соотношении, как это было принято в нашей предыдущей работе, но и с частицами кремне-минеральных соединений Al, Fe, Ca и Mg.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А р и н у ш к и н а Е. В. Руководство по химическому анализу воды. Изд. МГУ, 1970.
2. Ф о т и е в А. В. К изучению гумуса болотных вод. — Почвоведение, 1964, 12.
3. Ф о т и е в А. В. К природе водного гумуса. — ДАН СССР, 1971, 199, 1.
4. Ф о т и е в А. В. О природе гумусовых веществ воды. ДАН СССР, 1968, 168, 2.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. М. Р о щ и н

ОКРАШИВАНИЕ ЯДЕР ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ УКСУСНОКИСЛЫМ КАРМИНОМ

Среди красителей, применяемых в микроскопии, кармин является одним из самых старинных. Он незаменим при тотальном окрашивании самых различных объектов для изучения их микроскопической анатомии, обеспечивая отличное четкое окрашивание ядер [1].

В широком спектре методов применения этого красителя уксуснокислый кармин выгодно отличается простотой приготовления, обычно не требует предварительной фиксации материала, окрашивает не только интерфазное ядро, но и хромосомы [1, 3]. 45-процентная (по объему) уксусная кислота насыщается кармином при температуре кипения. К отстоявшемуся или профильтрованному по охлаждению раствору добавляется 1—2 капли раствора уксуснокислого железа в расчете на 100 мл красителя. Цвет раствора должен при этом стать «темно-винно-красным» [1].

Уксуснокислый кармин нередко использовался для окраски диатомовых водорослей. Гросс [3] предложил быстрый и простой метод окрашивания. Несколько клеток с как можно меньшим количеством жидкости переносится на предметное стекло в каплю уксуснокислого кармина и нагреваются некоторое время над сла-

бым пламенем. Затем капля накрывается покровным стеклом, края которого смазываются нагретым вазелином, и препарат готов. Нами этот метод был использован для окраски ядер антеридиев *Coscinodiscus janischii* и дал положительные результаты. Однако Гросс отметил, что уксуснокислый кармин применим лишь для диатомовых с относительно слабо окремненным панцирем, как *Ditylum* и *Chaetoceros*.

Штош [4] окрашивал клетки *Melosira varians* с применением довольно длительного кипячения (до 30 мин.). Окраска была тем интенсивнее, чем дольше материал находился перед нагреванием в холодном ацетокармине. Автор указывает, что *M. varians* — очень неблагоприятный объект, как и другие диатомовые, так как их ядра бедны хроматином.

Мы использовали уксуснокислый кармин для окраски вегетативных клеток многих видов центрических и пеннатных диатомовых. Кроме того, окрашивали ауксоспоры *Coscinodiscus janischii*, *C. granii* и *Chaetoceros curvisetus*, а также оогонии и антеридии *Coscinodiscus janischii*. Интересные результаты были получены при окрашивании ауксоспор косцинодискусов. В ауксоспорах *C. granii* после образования первой створки происходит метагамный митоз, не сопровождающийся цитокинезом, как и в ауксоспорах *Cyclotella* sp., изучавшихся Гейтлером [2]. В результате митоза образуется крупное основное ядро и маленькое пикнотическое. В ауксоспорах *C. janischii* кроме этого облигатного метагамного митоза наблюдались еще от одного до трех факультативных митозов до образования первой створки и перед образованием второй створки. Пикнотические ядра вскоре удаляются за пределы цитоплазмы, окружающей основное ядро, и со временем дегенерируют. Пока эти ядра находятся внутри околядерной цитоплазмы они, как и основное ядро, плохо окрашиваются ацетокармином, но за ее пределами ярко-красная окраска достигается с большой легкостью, без нагревания и кипячения. Эти наблюдения могут свидетельствовать о том, что трудная окрашиваемость ядер объясняется не их бедностью хроматином, а плохой проницаемостью (для красителя) цитоплазмы, окружающей ядро.

В вегетативных клетках диатомовых сравнительно легко окрашиваются хромосомы в период митотического цикла, тогда как окраска интерфазных ядер наиболее трудна. Вероятно, во время митоза проницаемость цитоплазмы для красителя увеличивается. Для большинства испытанных видов ни ускоренный метод Гросса, ни кипячение не дали удовлетворительной окраски интерфазных ядер. При комнатной температуре очень слабое окрашивание получалось через 24—48 час. Попытки повысить интенсивность окраски кипячением не были удачными. Уже кратковременное кипячение приводило к полному обесцвечиванию или даже разрушению ядер. Преодолеть эту трудность удалось небольшим изменением методики приготовления красителя.

Насыщенный кармином раствор 45%-й уксусной кислоты еще в горячем виде (не менее 60°) отфильтровывался от избытка кармина, добавлялась одна капля насыщенного раствора уксуснокислого железа (очень старый раствор утрачивает эффективность) на 100 мл красителя. На следующий день отфильтровывался вновь образовавшийся тонкий осадок, и краситель готов к употреблению. В этом случае четкое окрашивание ядер получается при комнатной температуре (без нагревания или кипячения) примерно через сутки после помещения клеток в краситель. Хорошие результаты были получены с центрическими видами *Coscinodiscus janischii*, *C. granii*, *C. gigas*, *C. radiatus*, *Actinocyclus ehrenbergii*, *Thalassiosira excentrica*, *Rhizosolenia calcar avis*, *Biddulphia mobilensis*, *Chaetoceros curvisetus*, *Ditylum brightwellii*. В клетках *Cerataulina bergonii* ядра также хорошо окрашивались, но цитоплазма сильно деформировалась — получались разнообразные картины, напоминающие вогнутый плазмолиз. Вероятно, клетки этого вида необходимо предварительно фиксировать каким-то мягко действующим фиксатором. Из пениатных форм хорошо окрашивались *Rhabdonema adriaticum*, *Achnathes longipes*, различные виды *Licmophora*, *Navicula*, *Nitzschia*. Исключение составили виды *Synedra*, у которых ядра совершенно не прокрашивались. Эта особенность клеток *Synedra* непонятна.

Таким образом, уксуснокислый кармин может быть использован для окрашивания ядер и хромосом очень многих видов диатомовых водорослей, включая вегетативные и половые клетки и ауксоспоры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роскин Г. И., Левинсон Л. Б. Микроскопическая техника. М., 1957.
2. Geitler J. Oogamie, Mitose, Meiose und metagame Teilung bei der zentrischen Diatomee Cyclotella. — Osterr. bot. Z., 1952, 99, 4.
3. Gross F. The life history of some marine plankton diatoms. — Phil. Trans. Roy. Soc., 1937, 228, 548.
4. Stosch H. A. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an zentrischen Diatomeen. 1. Die Auxosporenbildung von *Melosira varians*. — Arch. Mikrobiol., 1951, 16, 1.

Карадагское отделение
Института биологии
южных морей АН УССР

**ВИДОИЗМЕНЕННЫЙ ВАРИАНТ БАТОМЕТРА
ДЛЯ СБОРА МИКРОФАУНЫ В МЕЛКОВОДЬЕ
И СРЕДИ ЗАРОСЛЕЙ**

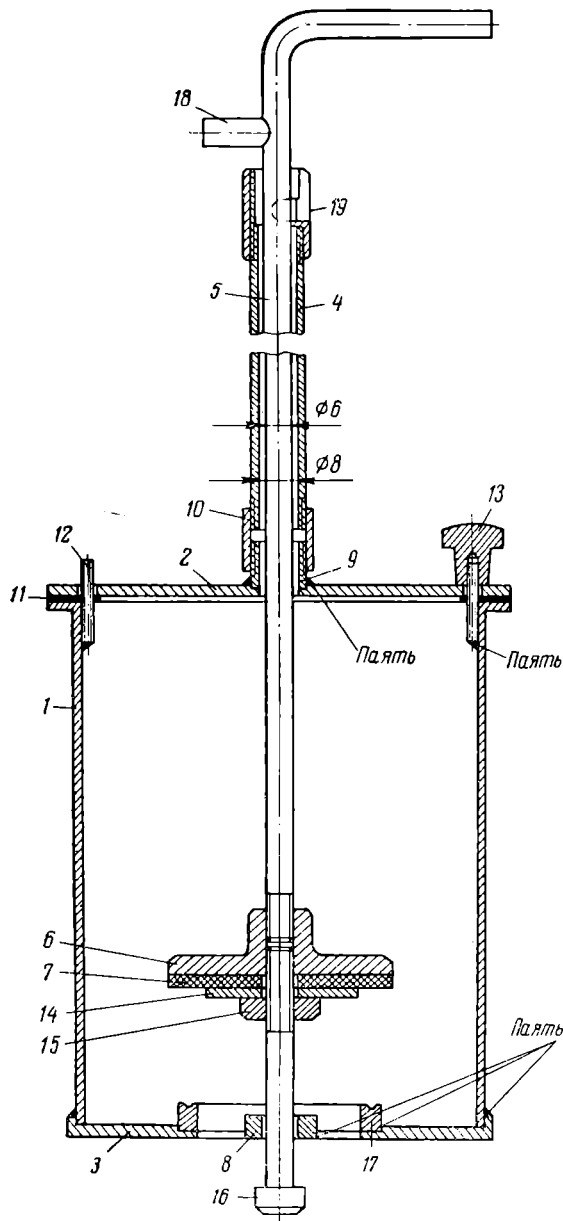
Отбор проб планктона и планктонобентоса из придонных слоев мелководных водоемов и прибрежных зон производится орудиями лова нескольких типов. Некоторые из них предназначены специально для зарослевых участков [3—5].

Для качественного и количественного учета коловраток преимущественно среди водной растительности на глубинах, не превышающих 1.5—2 м, нами [2] в течение многих лет применялся батометр описываемой ниже конструкции, отличающейся некоторыми особенностями от ранее описанных.

Основные детали батометра (см. рисунок): цилиндр емкостью 2 л (1) с крышкой (2) и дном (3), стальная трубка (4) длиной 1.4 м, свободно входящий в нее 1.5-метровый стальной стержень (5), клапан (6) с резиновой прокладкой (7). К латунному цилиндру диаметром 130 мм и высотой 160 мм припаяно дно¹ с круглым срединным отверстием, перегороденным по диаметру ограничительной планкой (8). К крышке цилиндра припаян штуцер (9) с резьбой для соединения с трубкой. Трубка составлена из трех отдельных разъемных частей — удлинителей, соединенных между собой и с крышкой нипелями (10). Соединение крышки с цилиндром осуществляется через резиновую прокладку (11) четырьмя припаянными шпильками (12) с резьбовыми зажимами (13). Взятие пробы производится дистанционно с помощью стержня, изготовленного из четырех частей, соединенных резьбой. На конце стержня крепится клапан с резиновой прокладкой. Дополнительное прижатие резиновой прокладки к клапану обеспечивается шайбой (14) и гайкой (15) на болте хвостовика (16). Головка болта ограничивает ход клапана, упираясь в припаянную ограничительную планку. Закрывание прибора производится с помощью стержня, который прижимает клапан к гнезду клапана (17) в дно. Фиксацию прибора в закрытом состоянии обеспечивает затвор (18), входящий в специальный паз (19) верхнего нипеля. Вес прибора составляет 2.5 кг.

При работе закрытый прибор опускается на желаемую глубину и открывается путем частичного вытягивания стержня из трубки. При этом клапан дна поднимается, и в цилиндр свободно входит вода. Прекращение выделения пузырьков воздуха, выходящего из цилиндра, — сигнал наполнения прибора. Движением стержня в обратном направлении прибор закрывается. Пробы, взятые

¹ Паяная конструкция обусловлена применением тонкостенного материала (толщина латуни 1—2 мм) с целью уменьшения веса прибора.



Батометр для сбора микрофауны в мелководье и среди зарослей.

1 — цилиндр; 2 — крышка; 3 — днище; 4 — трубка; 5 — стержень; 6 — клапан; 7 — резиновая прокладка клапана; 8 — ограничительная планка; 9 — штуцер; 10 — ниппель; 11 — резиновая прокладка крышки; 12 — шпилька; 13 — резьбовой зажим; 14 — шайба; 15 — гайка; 16 — хвостовик; 17 — гнездо клапана; 18 — затвор; 19 — паз затвора.

батометром, можно процеживать через планктонную сеть из плотного газа или вливать в сосуд для последующего проведения количественного учета методом отстаивания [1].

При помощи описываемого прибора возможен количественный учет только мелких представителей микрофауны (коловратки, простейшие), которые не могут сопротивляться всасывающей силе, возникающей при открывании клапана. Этот прибор отличается портативностью, он легко разбирается на отдельные составные части.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев И. А. Методы исследования планктона. — В кн.: Жизнь пресных вод. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956, 4, 1.
2. Утикова Л. А. Материалы по систематике и экологии коловраток фауны СССР. — Автореф. канд. дисс. ЗИН АН СССР, Л., 1954.
3. Ляхнович В. П. О количественном учете зоопланктона в рыбоводных прудах. — Тр. Всесоюзн. гидробиол. о-ва, 1955, 6.
4. Травянко В. С. Штатговый планктопочерпатель для количественных проб планктона придонных слоев мелководий и зарослей водной растительности. — Гидробиол. ж. 1965, 1, 1.
5. Щербakov А. П. Модификация прибора Ляхновича для количественного учета микроскопической фауны зарослей. — Тр. Всесоюзн. гидробиол. о-ва, 1959, 9.

А. И. Гопчаров, М. М. Сметанин

СПОСОБ ОБЪЕКТИВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА И ИЗУЧЕНИЯ РОСТА РЫБ ПО ЧЕШУЕ

Проблема определения возраста рыб всегда находилась в центре внимания исследователей, ибо от этого зависит решение важнейших ихтиологических и рыбохозяйственных вопросов. Однако широко распространенный визуальный метод в ряде случаев не может гарантировать необходимую точность определения возраста и не обеспечивает полноту извлечения информации, содержащейся в чешуе рыб. Отсюда вытекает необходимость замены субъективного «чтения» чешуи рыб объективным статистическим анализом, позволяющим, в частности, определить параметры основной периодичности роста и оценить достоверность различий между его главными и дополнительными характеристиками.

В 1915 г. датский исследователь Ö. Winge [8] применил простейший анализ расстояний между склеритами и установил возможность выделения годовых приростов чешуи. Однако из-за сложности получения первичной информации и ее последующей обработки в то время этот метод не имел широкого применения. Позднее многие исследователи [1, 3, 4, 6, 7] использовали матема-

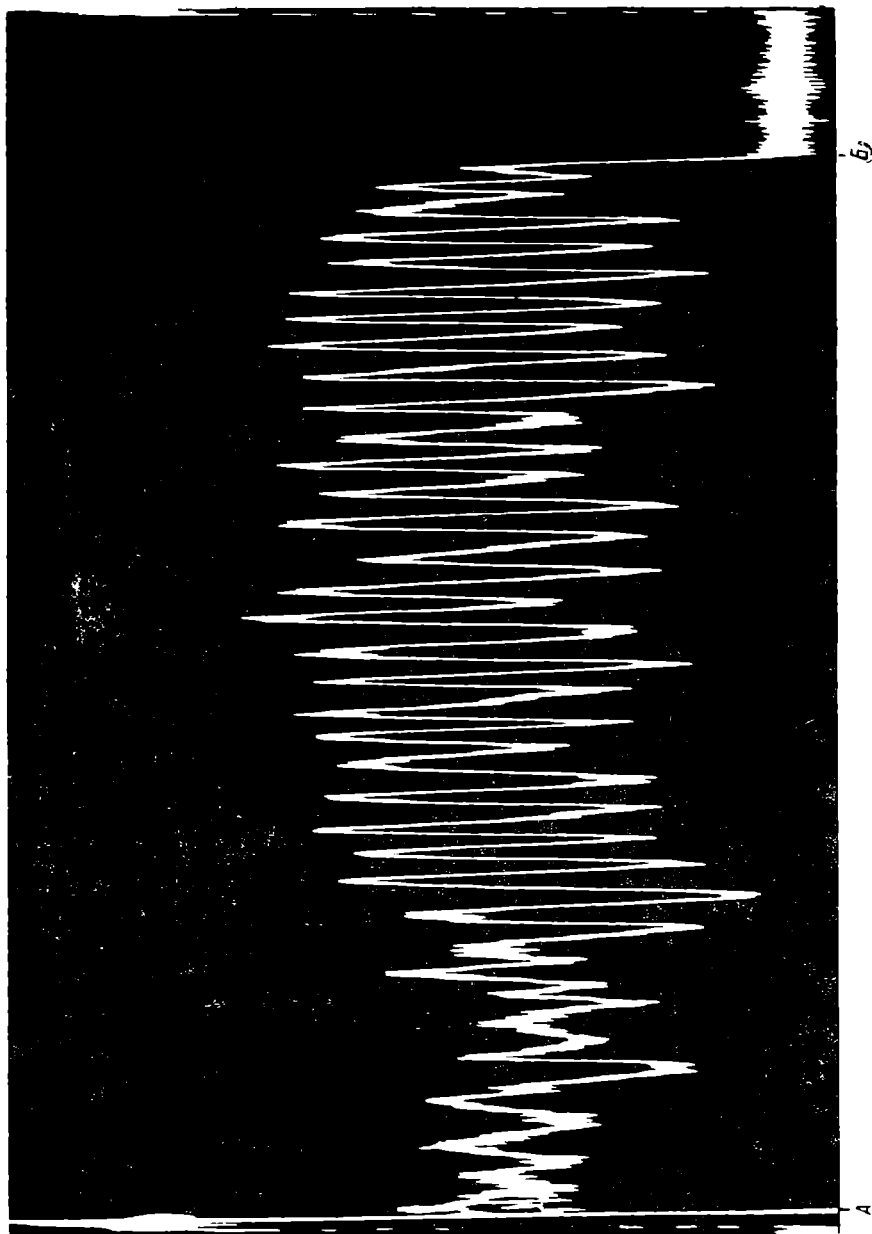


Рис. 4. Образец записи склеритной структуры чешуи рыб на регистрирующем микрофотометре МФ-4 (запись от центра чешуи *A* до края *Б*).

тическую статистику при анализе склеритной структуры чешуи для разделения лососевых рыб на локальные группировки.

Рост рыб может рассматриваться как нерегулярный колебательный процесс со скрытой периодичностью (реализация случайного процесса), а различные структуры (чешуя, кости, отолиты и пр.) — как носители информации о качественной и количественной стороне этого явления. Основным показателем закономерности роста является периодичность, нашедшая выражение в вариациях количества склеритов и расстояний между ними.

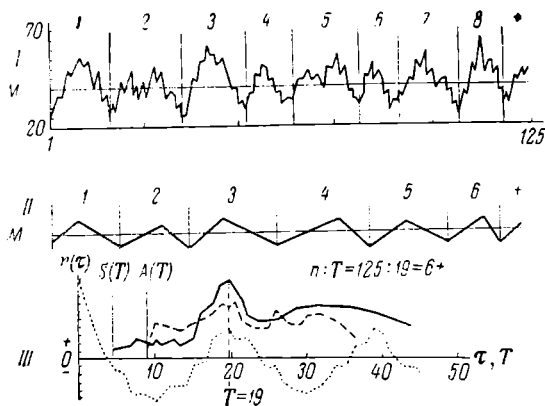


Рис. 2. Обработка склеритного ряда.

I — исходный ряд; *II* — сглаженный ряд. *M* — среднее значение расстояний; *n* — число склеритов ряда; *T* — значение периода основной гармоники. По оси ординат — расстояния между последующими склеритами, мкм; по оси абсцисс — номера склеритов.

III — сопоставление методов анализа. По оси ординат: $r(\tau)$ — значения автокорреляционной функции, $S(T)$ — значения спектральной плотности, $A(T)$ — значения периодограммы; по оси абсцисс: τ — сдвиг, T — период.

Первичную информацию — ряд расстояний между склеритами — получаем оптическим методом. На микрофотометре МФ-4 производится запись различий оптической плотности чешуи в радиальном направлении. На пленке получаем кривую, расстояния между вершинами которой соответствуют масштабно увеличенным расстояниям между склеритами (рис. 1). Замер этих расстояний производится на измерительном микроскопе МИР-12 и полученные ряды цифр обрабатываются на ЭВМ.

Перед обработкой чешуя тщательно отмывается, так как загрязнения могут вызвать сильное искажение записи. Чешуя всегда берется с определенного участка тела рыбы. Запись ведется в строго избранном направлении — от центра к краю. Наиболее упорядоченные склериты чаще всего наблюдаются в боковой части чешуи.

Использованию оптического метода предшествовала проверка. Одна и та же чешуя от рыбы с заведомо известным возрастом была обработана на двух приборах — на оптическом МФ-4 и на точном механическом Перт-О-Метер, предназначенном для замера микрошероховатостей шлифов. Установлена высокая степень сходства полученных рядов (коэффициент корреляции 0.953), известный возраст рыбы подтвержден точно.

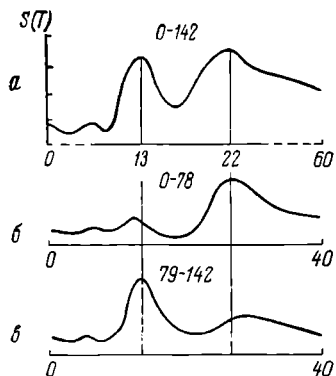


Рис. 3. Разбивка ряда на относительно стационарные части.

По оси ординат — значения спектральной плотности, $S(T)$; по оси абсцисс — период, T . а — спектральная плотность всего ряда (от 0 до 142-го склерита); б — спектральная плотность левой части ряда (от 0 до 78-го склерита); в — спектральная плотность правой части ряда (от 79 до 142-го склерита).

Для обработки получаемой информации нами применен аппарат теории случайных функций. На первом этапе исследований использованы следующие методы.

1. Сглаживание (скользящее осреднение) — наиболее простой метод, позволяющий снизить значение случайных колебаний в склеритном ряду. В исходном ряду расстояния между склеритами колеблются около среднего значения, образуя восемь классов (рисунок 2, I). Но уже при радиусе осреднения, равном семи (рис. 2, II), остается лишь шесть четких классов. Очевидно, в исходном ряду четвертый и шестой классы имели характер случайных колебаний, т. е. это были дополнительные кольца, что подтверждается последующим статистическим анализом (рис. 2, III).

2. Спектрально-корреляционный анализ, позволяющий определить периоды и амплитуды гармоник исследуемого

ряда и выделить среди них основные (рис. 2, III— $r(\tau)$, $S(T)$).

3. Периодограммный анализ, дающий, кроме того, величину фазы гармонических колебаний (рис. 2, III— $A(T)$).

Обладая известными преимуществами и недостатками, эти методы анализа взаимно дополняют друг друга [2, 5].

Одно из существенных условий для получения более полной информации о структуре исследуемого ряда — его стационарность. В тех случаях, когда весь ряд не отвечает условиям стационарности, он разбивается на достаточно большие относительно стационарные отрезки, соответствующие циклам рыбы с более однородным темпом роста (рис. 3).

Выделив основную гармонику исследуемого ряда (или его отрезка), логично предположить, что она отражает периодичность основных изменений роста. Зная качественный характер роста рыб, под этими изменениями следует понимать различие роста летом и зимой, т. е. годовые вариации. Следовательно, определение

возраста рыбы сводится к определению числа периодов основной гармоник в исследуемом склеритном ряду.

При достаточно большом материале для каждой возрастной группы какого-либо вида рыб по изменениям периода основной гармоник может быть построена кривая, коррелирующая в высокой степени с кривой наблюдаемых приростов тела рыбы.

Таким образом, статистический анализ вариаций расстояний между склеритами в радиусе чешуи позволяет реконструировать основную биологический показатель — линейный рост рыбы. Дальнейший статистический анализ информации склеритной структуры чешуи рыб с использованием многомерной статистики позволит еще полнее описать исследуемые процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бивен Д. А. Различия в характере чешуи кеты Дальнего Востока и Аляски. — *Вопр. ихтиол.*, 1961, 1, 1 (18).
2. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М., изд. «Наука», 1964.
3. Крогиус Ф. В. О различных типах чешуи красной в бассейне Камчатки и времени образования годового кольца. — *Изв. ТИНРО*, 1970, 74.
4. Куликова Ч. И. Структура чешуи кеты и характер роста различных стад. — *Изв. ТИНРО*, 1970, 74.
5. Саруханян Э. И., Смирнов Н. П. Многолетние колебания стока Волги. Л., Гидрометеониздат., 1971.
6. Kawaschima R., Kuuschin K. On the analysis of chum salmon scale pattern by use of auto-correlation coefficient. — *Bull. Faculty Fischer.*, 1964, 15, 1.
7. Koo T. S. Studies of Alaska red salmon. Univ. Washington press, Siettle, 1962, 5.
8. Winge O. On the value of the rings in the scales of the cod as a means of age determination. — *Medd. Fr. Komm. F. Havundersog.*, 1915, 4.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

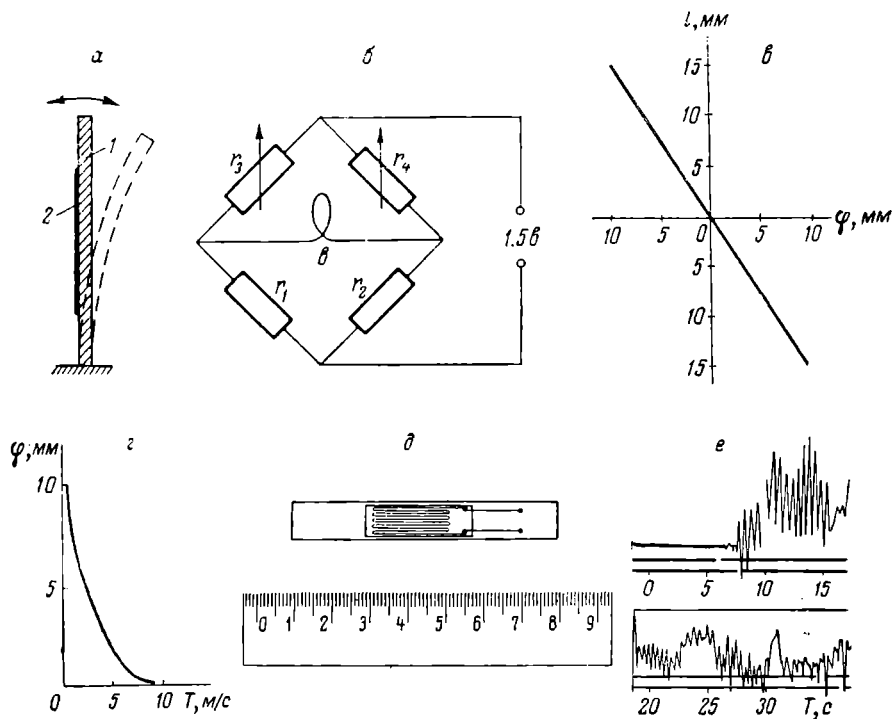
А. М. Смирнов, М. Д. Исаев

К МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ РЫБ

Исследования двигательной активности рыб необходимы при решении многих теоретических и прикладных проблем ихтиологии. Особое значение они приобретают в условиях гидростроительства. Это создает необходимость проведения широких работ по изучению двигательной активности рыб в период миграций в зонах рыбопропускных сооружений, гидроузлов и т. п. [1—3]. Двигательная активность рыбы может характеризоваться

различными параметрами: перемещением в пространстве, скоростью, деформацией различных частей тела и др. Для измерения этих параметров необходим комплекс специальной измерительной аппаратуры.

Следует указать, что параметры двигательной активности рыбы постоянно меняются во времени, вследствие чего визуальными приборами их измерение практически невозможно. Для этих целей



Датчик для измерения и регистрации деформаций тела рыбы.

а — принципиальная схема датчика; *б* — измерительная схема; *в* — статическая тарировочная характеристика; *г* — переходный процесс; *д* — общий вид датчика; *е* — образцы записи деформации тела рыбы (цифры справа — время эксперимента).

необходимо применять регистрирующую измерительную аппаратуру. При этом в отличие от обычных статических эти измерения имеют динамический характер. Под динамическими измерениями понимаются измерения переменных во времени величин, требующие учета динамических свойств измерительных устройств.

Создание комплекса специальной измерительной аппаратуры представляет собой сложную научно-техническую проблему. Для измерения и регистрации деформаций тела рыбы при ее движении в аквариуме нами разработаны специальный датчик и методика его практического применения.

Принцип действия датчика следующий (см. рисунок, а). При движении рыбы тело ее деформируется. Датчик жестко крепится к какому-либо участку тела рыбы и воспринимает его деформации, которые преобразуются в электрический сигнал и регистрируются с помощью светолучевого осциллографа. Датчик состоит из двух частей — чувствительного элемента (1) и преобразователя (2). Чувствительный элемент представляет собой тонкую эластичную пластинку из органического стекла ($72 \times 10 \times 0.5$ мм) и предназначен для восприятия деформаций тела рыбы, которые преобразуются в аналогичные деформации чувствительного элемента. Чтобы не стеснять рыбу при ее движении, чувствительный элемент не должен обладать большой жесткостью.

Преобразователь (2) служит для преобразования деформаций чувствительного элемента в электрический параметр, который можно регистрировать на фотопленке осциллографа. Он, как и чувствительный элемент, должен иметь возможно меньшие габаритные и весовые данные и обладать достаточной чувствительностью. Нами в качестве преобразователя применен проволочный тензометр сопротивления марки ФК-II-20.100 с омическим сопротивлением 96.7 ом. Тензометр по всей своей длине жестко прикреплен к чувствительному элементу с помощью клея БФ-2. Под действием деформации чувствительного элемента деформируется и преобразователь, а следовательно, в определенных пределах изменяется и его сопротивление.

Датчик для увеличения чувствительности снабжен преобразователями, укрепленными на двух противоположных плоскостях чувствительного элемента. В этом случае при деформации пластинки один тензометр растягивается и его сопротивление будет увеличиваться, а второй — сжимается, что вызывает уменьшение его сопротивления. Оба тензометра в качестве плеч моста Уитстона — r_3 и r_4 — (см. рисунок, б) включены в измерительную схему. При нейтральном положении чувствительного элемента мост Уитстона выбран симметричным и равноплечим, величина сопротивления его плеч составляет 96.7 ом (сопротивление тензометра в нейтральном положении).

При деформации чувствительного элемента сопротивление r_3 и r_4 будет изменяться и в диагонали моста возникнет электрический ток, который регистрируется с помощью вибратора VII типа светолучевого осциллографа К12-21 на фотобумагу или фотоленту. Обладая высокой чувствительностью (1500 мм/ма) и достаточным для решения данной задачи частотным диапазоном (0—30 гц), вибратор VII типа позволяет регистрировать деформацию тела рыбы без предварительного усиления электрического сигнала с датчика без усилителя.

Статическая тарировка измерительной системы датчик—измерительная схема—осциллограф выполнялась следующим способом. Один конец датчика жестко закреплялся, а второй отклонялся

в обе стороны на 5 и 10 мм от нейтрального положения. При этом производилась запись электрического сигнала от датчика на фотобумаге осциллографа. Статическая тарировочная характеристика (зависимость ординаты записи на фотобумаге l от величины деформации γ) приведена на рисунке, *в*. Эта характеристика линейна: при нейтральном положении датчика она проходит через нуль. Чувствительность измерительной системы при этом равна 1.5, что на первом этапе можно считать вполне приемлемым.

Учитывая сравнительно широкий частотный диапазон вибратора (0—3 гц), динамическая характеристика измерительной системы в целом, очевидно, будет определяться динамическими свойствами датчика. Последние характеризовались его переходным процессом, который получен путем отклонения одного конца датчика от нейтрального положения на 10 мм и последующего резкого снятия деформации. Переходный процесс в виде зависимости величины отклонения φ от времени T представлен на рисунке, *г*. Переходный процесс имеет аperiодический характер и, следовательно, на записи деформаций на фотобумаге посторонних наложений, обусловленных возбуждением собственных колебаний датчика, не будет.

Общий вид датчика показан на рисунке, *д*, его вес не превышает 0.7 г, напряжение питания 1.5 в.

Качество работы датчика проверено экспериментально. Датчик с помощью двух резиновых манжет с перемычками между ними крепился к телу плотвы размером около 20 см. Затем плотва с датчиком опускалась в аквариум и производилась запись деформаций ее тела при движении. Образец записи этих деформаций приведен на рисунке, *е*, где отчетливо видны амплитуды и периоды колебаний деформаций тела плотвы при движении. Небезынтересно отметить, что, несмотря на разницу в амплитудах колебаний деформаций, частота их во время эксперимента оставалась приблизительно неизменной и составляла около 2 гц.

Проведенный эксперимент показал удовлетворительную работу датчика в условиях аквариума. Однако для широкого использования этого прибора необходима разработка способов надежного крепления его на теле рыбы.

В работе принимали участие лаборант Самойленко В. П. и техник Виноградов И. Б.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поддубный А. Г. Некоторые результаты дистанционных наблюдений за поведением мигрирующих рыб. — В кн.: Биопика, М., изд. «Наука», 1965.
2. Поддубный А. Г. О возможностях метода дистанционных наблюдений при изучении поведения рыб в зоне рыбозащитных и рыбопропускных сооружений. — В кн.: Поведение рыб в зоне гидротехн. сооружений, М., изд. «Наука», 1967.

3. М а л и н и н Л. К. Использование ультразвуковых передатчиков для мечения леща и щуки в Рыбинском водохранилище. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1970, 7—8.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

С. И. Генкал, И. М. Балонов

ПЕРЕСЧЕТНЫЕ ГРАФИКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ МИКРОСКОПОВ

Существующие методы определения размеров объектов по снимкам, полученным в электронном микроскопе, мало удобны и довольно трудоемки: съемка на строго определенных степенях увеличения [1] или использование номограмм [3]. Наиболее часто для этих целей применяют формулу, описание которой дано Бирюзовой и др. [2].

$$L = \frac{l_p}{m \cdot n} \cdot 10^3; \quad n = \frac{l_p}{l_n},$$

где L — искомая величина объекта, мкм; l_p — величина объекта на позитиве, мм; m — увеличение электронного микроскопа; l_n — величина объекта на негативе, мм; n — увеличение позитива относительно негатива.

Многолетняя практика работы на электронных микроскопах фирмы «Тесла» — BS=242B и BS=613 показала, что наиболее быстрый и удобный способ определения размеров объекта по негативу — графики.

Нами предлагаются графики к вышеуказанным электронным микроскопам. Для каждой степени увеличения была построена зависимость между длиной объекта (L) и размером его на негативе (l_n) (рис. 1). Прямая a (63 мм) ограничивает максимальную длину объекта, который может быть зафиксирован на фотопластинке по ее диагонали, прямая b (41 мм) — для пленки. График 1, А — до V степени увеличения, 1, Б — с VI до X. На графике 1, А видно, что прямая для первой степени увеличения не пересекает линий a и b (рис. 1, А). Это связано с тем, что экспонируемая площадь в данном случае представляет собой круг диаметром 23 мм и, следовательно, фотоматериал не используется полностью.

Зависимость между L и l_n для электронного микроскопа фирмы «Тесла» — BS=613 показана на графике (рис. 2). Прямая a ограничивает максимальные размеры объекта на фотопластинке, b — наибольшую экспонируемую площадь для первой степени увеличения. График составлен для длинного объектодержателя. Он

разделен на две части: *A* до VI степени увеличения, *B* — с VII до XI.

По данным графикам можно, во-первых, определить размеры объектов по негативу, во-вторых, выбрать необходимую степень

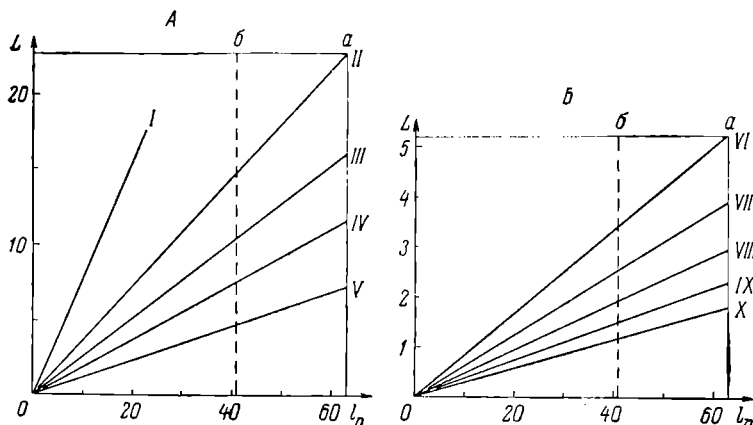


Рис. 1. График для определения размеров объектов по негативу, полученному в электронном микроскопе «Tesla» — BS-242B.

I—X — степени увеличения. По оси ординат — действительная длина объекта, мкм; по оси абсцисс — размер объекта на негативе, мм.

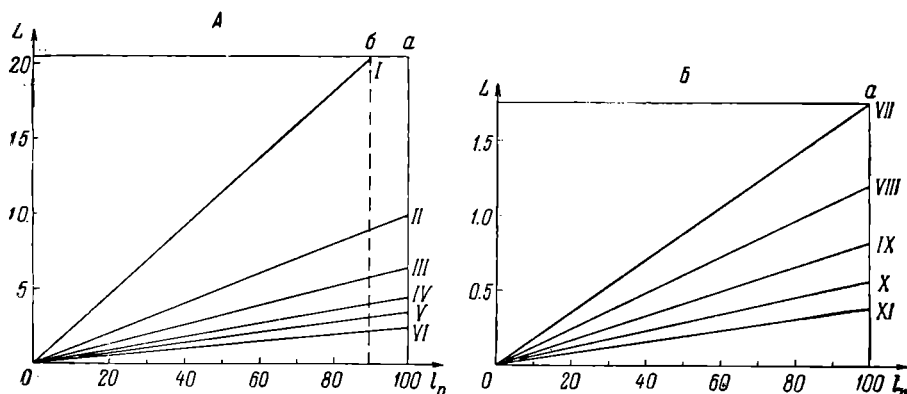


Рис. 2. График для определения размеров объектов по негативу, полученному в электронном микроскопе «Tesla» — BS-613 для длинного объектодержателя.

I—XI — степени увеличения. По оси ординат — действительная длина объекта, мкм; по оси абсцисс — размер объекта на негативе, мм.

увеличения и фотоматериалы для работы с данным объектом и, кроме того, определить максимальные размеры объекта, которые войдут в негатив на каждой степени увеличения как для фотопластинок, так и для пленки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проценко А. Е., Легункова Р. М. Техника электронномикроскопических исследований в фитопатологии. М., Изд. АН СССР, 1962.
2. Бирюзова В. К., Боровягин В. Л., Гилев В. П., Киселев Н. А., Тихоненко А. С., Ченцов Ю. С. Электронномикроскопические методы исследования биологических объектов. М., Изд. АН СССР, 1963.
3. Кэй Д. Техника электронной микроскопии. М., изд. «Мир», 1965.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ИНФОРМАЦИИ

Координационное совещание по проблеме улучшения качества воды (М. М. Камшилов)	3
---	---

СООБЩЕНИЯ

Э. Г. Добрынин. Микробиологическая характеристика Сиваша и испарительных бассейнов соляных промыслов.	4
Н. А. Лаптева. Гетеротрофная ассимиляция углекислоты бактериями при развитии на феноле.	7
Е. П. Никифорова. Рост бактерий на органическом веществе натуральной воды	11
Е. П. Никифорова, В. И. Романенко. Развитие бактерий на органических веществах воды из Рыбинского водохранилища при низкой температуре	15
В. И. Романенко. Новый метод определения численности живых бактерий в водоемах и сравнение его с методом А. С. Разумова	18
В. Н. Столбунова. Особенности зоопланктона прибрежной зоны Рыбинского водохранилища в 1972 г.	21
Н. В. Мамаева, Е. Б. Павельева. Спектр питания <i>Coleps hirtus</i> Nitzsch, 1817 (<i>Infusoria</i> , <i>Holotricha</i>).	24
А. П. Кузичкин. Сезонная динамика численности и распределение популяции <i>Leptodora kindti</i> (Focke) в Ивановском водохранилище	26
И. К. Ривьер. Нарушения и особенности эмбриогенеза у некоторых <i>Cladocera</i>	29
Н. С. Калугина. Развитие <i>Glyptotendipes imbecillis</i> Walk. (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>)	34
Л. Н. Лапкина. Действие фенола на контактные рецепторы <i>Muska domestica</i> L.	39
П. А. Гдовский, Г. И. Флерова, Б. А. Флеров. О влиянии фенола на нервную систему и нервно-мышечное соединение низших позвоночных	44
Б. А. Флеров, Ю. В. Ершов. Исследование элиминации фенола из организма рыб	47
К. А. Бакулин. О характере изменения температуры, электропроводности и прозрачности воды на защищенном мелководье Волжского плёса в вегетационный период 1971 г.	50
А. В. Фотиев, В. Н. Фотиева. Связь органического вещества с минеральным в болотных водах.	54
А. М. Рощин. Окрашивание ядер диатомовых водорослей уксуснокислым кармином	58
Л. А. Кутикова. Видоизмененный вариант батометра для сбора микрофауны в мелководье и среди зарослей.	61
А. И. Гончаров, М. М. Сметанин. Способ объективного определения возраста и изучения роста рыб по чешуе.	63
А. М. Смирнов, М. Д. Исаев. К методике исследования двигательной активности рыб	67
С. И. Генкал, И. М. Балонов. Пересчетные графики для электронных микроскопов	71

INFORMATION

Coordination meeting on the problem of the improvement of water quality (<i>M. M. Kamshilov</i>)	3
--	---

ARTICLES

E. G. D o b r y n i n. Microbiological characteristic of the Sivash and evaporating basins of salt-works.	4
N. A. L a p t e v a. Heterotrophic assimilation of CO ₂ by bacteria grown on phenol	7
E. P. N i k i p h o r o v a. Growth of bacteria on organic matter of natural water	11
E. P. N i k i p h o r o v a, V. I. R o m a n e n k o. Developing of bacteria on organic matter of water from the Rybinsk reservoir at low temperatures.	15
V. I. R o m a n e n k o. A new method for determining number of living bacteria in water and its comparison with Razumov's method	18
V. N. S t o l b u n o v a. On the zooplankton of littoral zone of the Rybinsk reservoir in 1972.	21
N. V. M a m a e v a, E. B. P a v e l i e v a. Food spectrum of <i>Copeps hirtus</i> Nitzsch, 1817 (<i>Infusoria</i> , <i>Holotricha</i>).	24
A. P. K u z i c h k i n. Seasonal dynamics and distribution of population of <i>Leptodora kindti</i> (Focke) in Ivankovskoe reservoir.	26
I. K. R i v i e r. Peculiarities of embryogenesis and its disturbances in some <i>Cladocera</i>	29
N. S. K a l u g i n a. Development of <i>Glyptotendipes imbecillis</i> Walk. (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>)	34
L. N. L a p k i n a. The effect of phenol on contact receptors of fly <i>Musca domestica</i> L.	39
P. A. G d o v s k y, G. I. F l e r o v a, B. A. F l e r o v. The influence of phenol on the nerve system and neuro-muscular connections in lower invertebrates.	44
B. A. F l e r o v, Yu. V. E r s h o v. Investigation of elimination of phenol from the organism of fish.	47
K. A. B a k u l i n. On dynamics of temperature, electroconductivity and transparency of water in wave-protected littoral areas of the Volga reach of Rybinskoe reservoir in 1971.	50
A. V. F o t i e v, V. N. F o t i e v a. Connection of organic and mineral matter in bog water.	54
A. M. R o s h c h i n. Staining of the nuclei of diatom algae by acetic carmine	58
L. A. K u t i k o v a. A modified sampler for collecting the microfauna on shallows and in aquatic plants.	61
A. I. G o n c h a r o v, M. M. S m e t a n i n. A method of objective determination of the age and growth of fishes by scales.	63
A. M. S m i r n o v, M. D. I s a e v. On the methods of investigation of motor activity in fishes.	67
S. I. G e n k a l, I. M. B a l o n o v. Evaluation graphs for electronic microscopes.	71

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 22

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод

Академии наук СССР

Редактор издательства Л. М. Маковская

Технический редактор В. В. Шиханова

Корректор М. А. Горилас

Сдано в набор 7 XII 1973 г. Подписано к печати 12/III 1974 г. Формат бумаги $60 \times 90^{1/16}$. Бумага № 1. Печ. л. $4^{2/3} = 4.75$ усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4.89. Изд. № 5722. Тип. зак. № 781. М-08126. Тираж 1100. Цена 34 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