

06

ИБВВ

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**35**

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

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 35

П  
Л  
Б  
С  
П



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Ленинград · 1977

Анн. 00000  
Доп. Сведения об издании  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Ответственный редактор Б. А. ВАЙНШТЕЙН

Б 21009-614  
055(02)-77 Без объявления



Институт биологии  
внутренних вод АН СССР,  
1977 г.

## СОВЕЩАНИЕ ПО ИСТОРИИ ОЗЕРНЫХ БИОЦЕНОЗОВ АЗИИ

19-23 мая 1976 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР состоялось совещание по истории озерных биоценозов Азии, в котором приняли участие 18 специалистов разных городов: Москвы (Палеонтологический институт АН СССР, Геологический институт АН СССР), Ленинграда (Институт озера-ведения АН СССР, ВСЕГЕИ), Владивостока (Биолого-почвенный институт), Читы (Читинский политехнический институт).

Участники совещания отметили, что антропогенные факторы оказывают мощное воздействие на естественный ход развития пресноводных биоценозов, ускоряя процесс олиготрофно-эвтрофной сукцессии и снижая разнообразие ценозов на огромных территориях. Не исключена возможность необратимой эволюционной перестройки экосистем по типу наблюдавшихся в истории биосферы экологических кризисов. Отдаленные последствия антропогенных воздействий могут прогнозироваться лишь на основе дальнейшей разработки общей теории развития и эволюции экосистем.

Количественная оценка разнообразия биоценозов в ходе сукцессии, динамики частот компонентов биоценозов и популяционной изменчивости дает возможность сопоставить биоценологические процессы прошлого и настоящего и перейти к разработке универсальных моделей развития экосистем. Большой теоретический интерес представляют зависимость устойчивости ценоза во времени от его разнообразия, взаимосвязь экологической сукцессии, изменчивости и эволюции.

Участники совещания пришли к выводу, что уникальным объектом комплексных биоценологических исследований является тургинская биота раннего мела Азии, распространенная с 36 до 56° с. ш. и с 92 по 134° в. д. и сопоставимая с территорией современных биогеографических провинций.

Для биоты, представленной единым комплексом совместно встречающихся организмов (флора, моллюски, ракообразные, водяные насекомые, рыбы) и существовавшей в течение всего

раннего мела, вплоть до начала „меловой революции“, характерна резкая перестройка экосистем, связанная с распространением покрытосеменных.

Постоянство состава и ограниченное разнообразие при очень высокой численности доминирующих видов позволяют предполагать, что биота находилась под воздействием мощных стрессовых факторов, к числу которых, возможно, относятся интенсивные проявления вулканизма.

Данные об изменении гидрохимии тургинских водоемов могут быть получены при исследовании их осадков, поэтому динамика тургинской биоты может послужить аналоговой моделью процессов, происходящих в современных водных экосистемах, которые находятся в стрессовом состоянии под воздействием антропогенных факторов.

Участники совещания отметили, что комплексные исследования палеолимнических ценозов впервые планируются в мировой практике на столь обширной территории.

Разработка поставленной проблемы может иметь серьезное значение для развития теоретической биоценологии и теории эволюции.

Намечена конкретная программа исследований, учитывающая необходимость координации биоценологического изучения современных и ископаемых сообществ.

В. Н. Яковлев

## СЕМИНАР ПО БИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ, МИГРАЦИЙ И ФИЗИОЛОГИИ РЫБ

Подводная биотелеметрия позволяет на расстоянии от изучаемого живого объекта получать информацию о его деятельности и реакциях на естественные и вносимые раздражители с одновременной регистрацией их параметров.

В последние 10–15 лет эти методы успешно развиваются и применяются в различных областях гидробиологических и рыбохозяйственных исследований. Достаточно сказать, что, по данным информационной газеты-бюллетеня *Underwater telemetry* № 2 за 1971 г., за рубежом (в основном в США, Канаде, Японии) при различных научных организациях создано более 80 групп, отделов, лабораторий, работающих в области изучения экологии, физиологии и поведения водных животных (ракообразные, рыбы, млекопитающие) с применением подводной биотелеметрии.

В СССР подводная биотелеметрия эффективно используется главным образом при изучении миграционного поведения и

ориентации рыб. По данным института „Гидропроект“ им. С.Я. Жука, внедрение результатов биотелеметрических исследований поведения рыб в зонах гидроузлов дает экономический эффект, исчисляемый миллионами рублей только в практике конструирования и эксплуатации рыбопропускных сооружений. Тем не менее до сих пор методы подводной биотелеметрии в нашей стране не нашли должного применения в гидробиологических и рыбохозяйственных исследованиях. Объясняется это разнообразием усилий заинтересованных организаций, отсутствием нужного количества телеметрической аппаратуры и слабой пропагандой возможностей новых методов. В то же время за последние 5-7 лет в Институт биологии внутренних вод АН СССР, в котором эти методы успешно используются, обращались за консультацией и помощью специалисты более 15 научных организаций различных министерств и ведомств.

24-26 августа 1976 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР состоялся первый семинар по биотелеметрии. Цель его — разработка основных положений по широкому внедрению новых методов в науку и практику водопользования, децентрализация вопросов, решаемых с помощью этих методов, и обсуждение технических требований к конструированию и созданию необходимой аппаратуры.

На семинаре присутствовало 35 специалистов из 13 институтов и конструкторских бюро Москвы, Львова, Кирова, Риги, Петрозаводска и других городов. В докладах и прениях выявился круг вопросов, решение которых будет неполным, а в ряде случаев просто невозможным без применения методов подводной биотелеметрии. Определены следующие основные направления в применении подводной биотелеметрии.

1. Изучение трасс, скорости и ритмики движения рыб разных видов в водоемах и водотоках различного типа, что имеет большое значение для совершенствования рыболовства и рыбоводства, при выборе местоположения и типа рыбопропускных и рыбозащитных сооружений и для их оптимальной эксплуатации.

2. Изучение реакций рыб на естественные и искусственные раздражители с целью разработки средств управления поведением стай и скоплений отпугиванием или привлечением в нужные пункты.

Принято решение о необходимости координировать усилия заинтересованных организаций для быстрого оснащения биологов новыми перспективными методами исследований. Определены пути дальнейшего развития и усовершенствования методов работы, конструирования и создания новых совершенных телеметрических приборов. Особое внимание уделено миниатюризации передатчиков, повышению точности обнаружения меченых объектов, разработке передатчиков, несущих информацию не только об одном, но и о серии параметров среды, а также о физиологическом состоянии организмов.

Специально обсуждались вопросы о создании стационарных автоматических станций слежения за состоянием среды и поведением рыб на рыбохозяйственных полигонах, о возможности слежения за группой меченых рыб с помощью серийных эхолотов и гидролокаторов отечественного производства.

Семинар предложил организовать межведомственную группу (на правах Совета) по внедрению биотелеметрии в науку и практику водопользования, поручив ей координацию действий, составление программ совместных исследований, контроль за разработкой и внедрением новых типов технических средств.

Второй семинар по биотелеметрии решено провести в 1978 г.

А. Г. Поддубный, Л. К. Малинин

И. Н. Крылова, В. И. Романенко

## ВРЕМЯ ГЕНЕРАЦИИ И ВРЕМЯ УДВОЕНИЯ АССИМИЛЯЦИИ $\text{CO}_2$ В ЧИСТЫХ КУЛЬТУРАХ САПРОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ

Установлено, что между приростом бактериальной биомассы и ассимиляцией  $\text{CO}_2$  гетеротрофными бактериями имеется прямая пропорциональность [1]. В дальнейшем на двух культурах бактерий было показано [2], что время их генераций совпадает с величиной, которую можно назвать временем удвоения ассимиляции  $\text{CO}_2$ . Расчеты произведены по формуле

$$g = \frac{t \cdot \lg 2}{\lg B - \lg b},$$

где  $g$  - время генерации (час.),  $t$  - продолжительность опыта (час.), 2 - показатель дихотомического размножения,  $B$  - конечное,  $b$  - исходное количество бактерий в опыте. Определить время удвоения ассимиляции  $\text{CO}_2$  можно, внося в питательную среду меченный радиоактивным изотопом  $^{14}\text{C}$  карбонат. При этом бактерии по мере прироста их биомассы мелятся, усваивая углерод карбонатов, и становятся радиоактивными. В приведенную формулу вместо количества бактерий можно подставить прирост их радиоактивности, т.е.  $R$  - радиоактивность бактерий за время  $t$ ,  $r$  - радиоактивность за более короткий промежуток. В формулу можно подставить также и количество ассимилированного углерода  $\text{CO}_2$  в весовых единицах.

Задача настоящей работы - проверить на значительном количестве сапрофитных бактерий, совпадут ли между собой время генерации и время удвоения ассимиляции  $\text{CO}_2$ .

Для экспериментов использовали 9 чистых культур гетеротрофных бактерий, разнообразных по систематическому положению. Питательной средой служила водопроводная артезиан-



Таблица 1

Время генерации и время удвоения ассимиляции  
при развитии *Bac. subtilis*

Результаты анализа								
Часы от начала опыта .....	0	12	17	24	39	43		
Число бактерий, млн/мл .....	0.084	0.272	0.326	0.717	2.582	2.840		
Ассимилированный углерод, мкг С/л .....	-	1.89	2.22	4.81	17.13	24.48		
Результаты расчета								
В промежуток времени, час. .	0-12	12-17	17-24	24-39	39-43	12-24	12-39	24-43
Время генерации, час. ....	7.1	19	6.2	8.1	28.5	8.6	8.3	9.5
Время удвоения ассимиляции, час. ....	-	22	6.3	8.1	9.7	8.9	8.5	8.7

ская вода с небольшой добавкой пептона (100 мг/л) и мясного бульона (0.5 мл/л). Среду разливали по колбам и автоклави-  
ровали. Перед посевом культуры в нее вносили стерильный  
раствор радиоактивного карбоната  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  с активностью  
под счетчиком Гейгера  $1-2 \cdot 10^6$  имп./мин. Через определенные  
промежутки времени из колб отбирали пробы для анализа чис-  
ленности и радиоактивности бактерий. Последние подсчитывали  
прямым микроскопированием на мембранных фильтрах после  
окраски эритрозином. Их радиоактивность определяли также на  
мембранных фильтрах, через которые было профильтровано по  
25 мл среды.

В промежутке времени между 12 и 43 час. в культуре  
*Bacillus subtilis*, когда были сделаны параллельно отсчеты  
численности бактерий и гетеротрофной ассимиляции  $\text{CO}_2$ , ко-  
личество клеток микробов увеличилось в 10.4 раза, ассимиляция  
 $\text{CO}_2$  - в 12.9 раза (табл. 1). При этом данные по ассимиляции  
 $\text{CO}_2$  оказались более стабильными, так как при определении  
радиоактивности бактерий результаты интегрируются благодаря  
тому, что фильтруются большие объемы среды. Лишь в проме-  
жутке времени с 39 до 43 час. результаты анализов резко раз-  
личаются, что мы объясняем ошибкой при подсчете бактерий.

Таблица 2

Время генерации и время удвоения ассимиляции  $\text{CO}_2$  чистыми культурами бактерий, час.

Pseudomonas denitrificans			Sarcina flava			Sarcina subflava			Mycobacterium filiforme			Bacillus anthracoides		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0-23	0.13	-	0-11	1.1	-	0-23	-	-	0-12	4.2	-	0-12	3.0	-
23-30	4.45	3.9	11-23	2.7	2.3	23-30	3.4	3.4	12-18	7.1	7.2	12-18	2.4	2.5
30-35	10.0	9.3	23-30	3.0	2.9	30-35	8.5	8.1	18-35	8.0	8.4	18-35	2.5	2.6
35-47	8.7	7.0	30-35	10.3	8.7	35-47	10.0	10.0	35-39	4.7	4.6	35-39	5.9	4.9
23-35	6.4	5.1	11-30	2.5	2.5	23-35	4.3	4.3	39-43	4.1	1.4	12-35	7.2	7.6
23-47	11.9	9.6	11-35	3.0	2.9	23-47	6.3	6.3	12-35	4.1	8.1	12-39	6.7	8.7
									12-39	7.7	7.2			
									12-43	7.9	7.7			

Таблица 2 (продолжение)

Bacillus subtilis			Bacillus megaterium			Bacillus cereus			Bacterium prodigiosum		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0-12	7.1	-	0-12	4.1	-	0-5	1.5	-	0-5	3.5	-
12-17	1.9	2.2	12-17	5.4	5.4	5-8	8.3	2.5	5-8	2.8	2.2
17-24	6.2	6.3	17-24	9.1	9.0	8-18	9.1	24.2	9-12	5.8	2.9
24-39	8.1	8.2	24-39	9.5	8.5	5-18	11.4	10.5	5-12	3.6	3.7
39-43	2.9	7.8	39-43	7.1	9.6						
12-24	6.2	8.9	12-24	7.1	7.1						
12-39	8.3	8.5	12-39	8.3	7.8						
12-43	9.8	8.4	12-43	8.1	8.0						

Примечание. I - промежуток времени, II - время генерации, III - время удвоения ассимиляции  $\text{CO}_2$ .

В целом время генерации, определенное по численности бактерий, и время удвоения ассимиляции  $\text{CO}_2$ , рассчитанное по потреблению бактериями меченой углекислоты, совпадают между собой: из 47 параллельных анализов значительно различаются только 3 (табл. 2).

Таким образом, проведенные параллельно анализы скорости размножения бактерий методом прямого подсчета их численности и гетеротрофной ассимиляции  $\text{CO}_2$  дали совпадающие результаты. Эти данные еще раз подтверждают, что углекислота ассимилируется сапрофитными бактериями при развитии на белковых питательных средах прямо пропорционально приросту их биомассы.

Из этого следует также, что гетеротрофная ассимиляция  $\text{CO}_2$  может быть использована для определения как продукции, так и скорости размножения бактерий.

### Л и т е р а т у р а

1. Романенко В.И. Гетеротрофная ассимиляция  $\text{CO}_2$  бактериальной флорой воды. - Микробиол., 1964, т. 33, № 4, с. 679-683.
2. Романенко В.И. Время генерации и время удвоения ассимиляции  $\text{CO}_2$  гетеротрофными бактериями. - Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969, № 4, с. 8-11.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Н. А. Лаптева

### МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОФЛОРЫ ОЗЕР ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛ.

Микрофлора пресных водоемов исследовалась при помощи электронного микроскопа многими авторами [1-5]. Они обнаружили большое морфологическое разнообразие водных бактерий, описали новые формы, которые не растут на обычных средах, а также не могут быть идентифицированы под световым микроскопом. Несмотря на это, до настоящего времени не проводились исследования бактериальных форм в водоемах различной трофности в сравнительном аспекте.

В связи с этим мы изучали под электронным микроскопом бактерии из озер Ярославской обл., которые в большинстве относятся к мезотрофным, но отличаются друг от друга по ко-

личеству растворенного органического вещества, которое колебалось, исходя из перманганатной окисляемости, в пределах 3-24 мг О<sub>2</sub>/л. В исследуемый период во всех озерах наблюдалась гомотермия и высокое содержание кислорода, что способствовало минерализации органических веществ аэробными бактериями. Температура воды была весьма благоприятной для развития микрофлоры и составляла около 20°.

С 8 по 23 июля 1974 г. мы исследовали озера Плещеево - 5080 га, Неро - 5170 га и ряд небольших озер - Сомино, Чашницкое, Рюмниковское, Савельевское, Вашутинское, площадь которых составляла несколько десятков гектар.

Пробы воды отбирали стерильно с поверхностного горизонта в центральной части водоема и отстаивали 12 час. при температуре воздуха 20°, чтобы сконцентрировать бактерии вместе с сестоном в виде осадка. Затем воду сливали, а осадок наносили на электронные сетки с коллодиевой пленкой и фиксировали в парах формалина. Через час каплю суспензии удаляли с сеточки фильтровальной бумагой, а бактерии контрастировали 1%-м ФВК при pH 7,2 в течение 5 сек. и сразу же промывали дистиллированной водой. Высушенные препараты просматривали под электронным микроскопом „Тесла В 613“. Параллельно готовили препараты способом обрастания сеточек, используемых для электронной микроскопии по методу Хирша и Панкратца [4]. Для контроля 5-10 мл воды фильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,3 мкм. Бактерии на фильтре окрашивали эритрозином и просматривали под световым микроскопом.

Микрофлора озер под электронным микроскопом отличалась многообразием форм бактерий (рис. 1, 2). Наибольшее разнообразие микроорганизмов наблюдалось в евтрофном Савельевском озере (рис. 1, а-д), в котором перманганатная окисляемость равнялась 24 мг О<sub>2</sub>/л. Органическое вещество поступает в этот водоем за счет фотосинтеза фитопланктона, а также с окружающих его полей и из стоков близлежащей животноводческой фермы. На электронных снимках были обнаружены крупные палочковидные клетки (5,7 x 1,6 мкм) и в массе мелкие палочки (1,0-0,7 x 0,4 мкм). В значительном количестве отмечены длинные нити с газовыми вакуолями (рис. 1, а) и нити, состоящие из отдельных бактериальных клеток (рис. 1, б). Эти нити окружены мощной капсулой, на поверхности которой находится масса бактерий. Такие формы были отмечены Олахом [5] в евтрофном оз. Белсо. Здесь же наблюдали довольно крупные формы, относящиеся, вероятно, к протококковым водорослям (рис. 1, в) и весьма интересную нитчатую форму типа спирохеты (рис. 1, г) с заостренными концами, от поверхности которой отходят пучки жгутов. Довольно часто встречались стебельковые бактерии (рис. 1, д) с длиной клетки 5 мкм, стебелька - примерно 4 мкм.

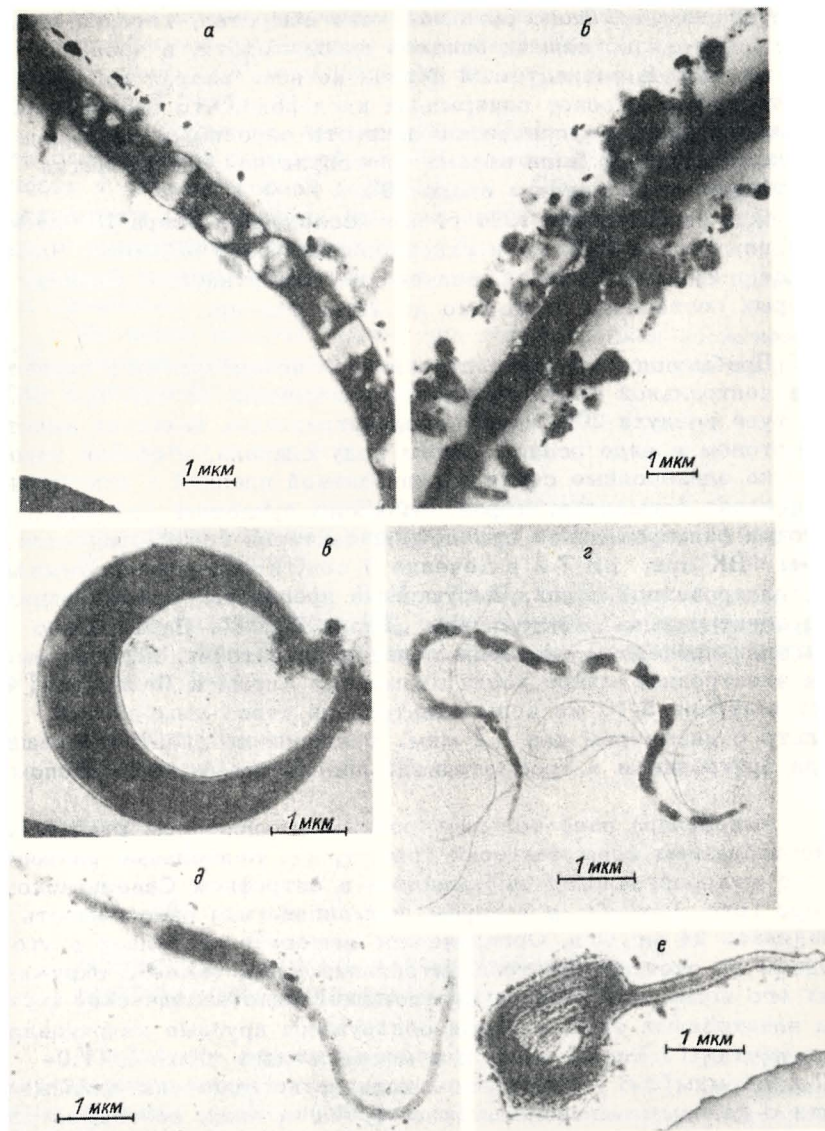


Рис. 1. Микрофлора евтрофных озер.

Объяснение в тексте.

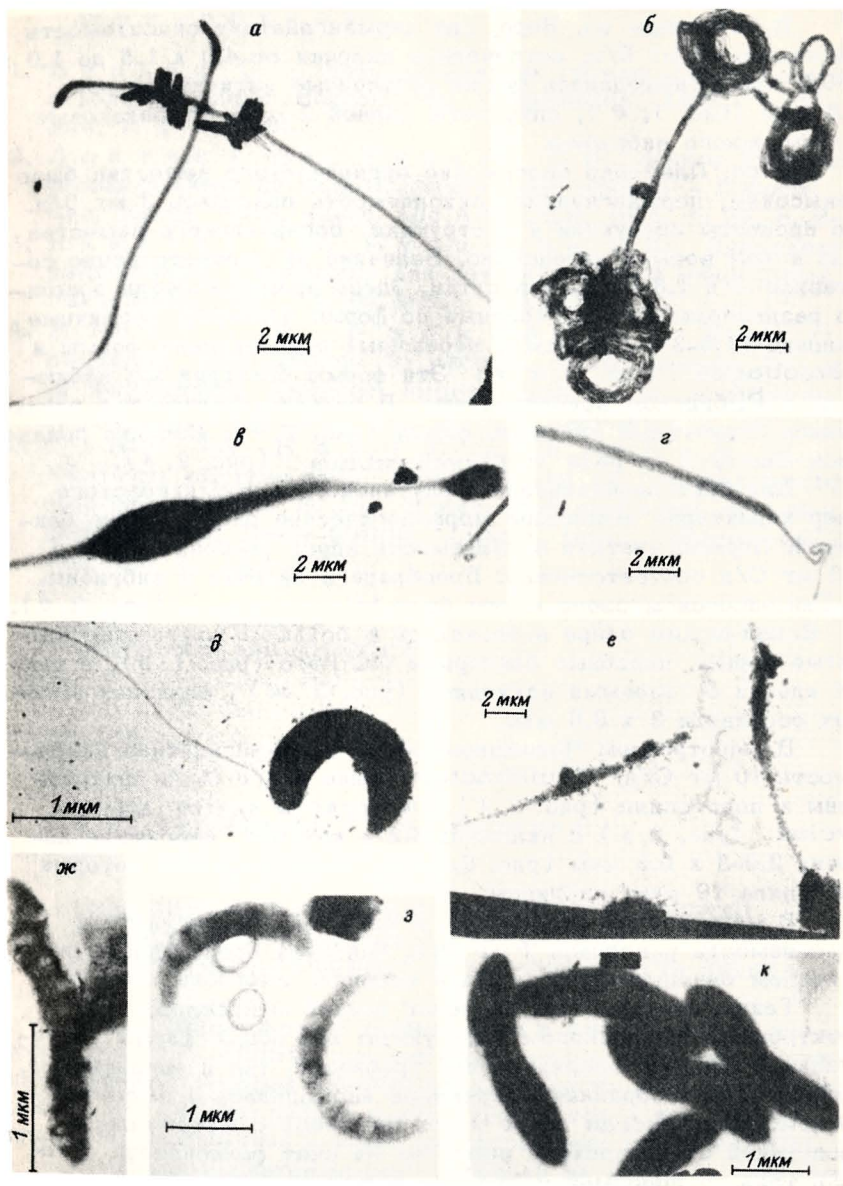


Рис. 2. Микрофлора мезотрофных озер.

Объяснение в тексте.

В евтрофном оз. Неро, где перманганатная окисляемость равнялась 10 мг О/л, встречались палочки от 4,0 x 1,5 до 1,0 x 0,5 мкм. Наблюдались также скрученные нити диаметром 0,5 мкм (рис. 1, *е*), спирохеты длиной 7 мкм, стебельковые формы, много вибрионов.

В оз. Плещеево содержание органического вещества было невысоким, перманганатная окисляемость равнялась 3 мг О/л. Но процессы продукции и деструкции органического вещества шли в нем весьма интенсивно. Величина их соответственно составила 3 и 1,3 мг С/л в сутки. Здесь присутствовали довольно разнообразные и интересные по форме бактерии: различные палочки (1,5–3 x 0,3 мкм), необычные стебельковые формы и *Caulobacter* (рис. 2, *а, г*). Эти формы бактерий мы наблюдали в Рыбинском водохранилище. В большом количестве развивались скрученные нитчатые формы (рис. 2, *б*). Изредка попадались бактерии из рода *Nuphromicrobium* (рис. 2, *в*).

Для бактериопланктона Вашутинского и Рюмниковского озер характерно небольшое морфологическое разнообразие бактерий. Перманганатная окисляемость здесь составляла 8,0 и 3,0 мг О/л соответственно. Преобладали палочки и вибрионы. В Рюмниковском озере много было *Microcycilus* (рис. 2, *д*). В Вашутинском озере встречались в большом количестве нитчатые формы, подобные бактериям оз. Неро (рис. 1, *е*), а также клетки с газовыми вакуолями (рис. 2, *ж*), величина которых составила 3 x 0,6 мкм.

В мезотрофном Чашническом озере (перманганатная окисляемость 10 мг О/л) *Caulobacter* чаще всего были прикреплены к водорослям (рис. 2, *е*). Обнаружены клетки *Microcycilus* (рис. 2, *з*) с включениями и крупные изогнутые палочки 2,5–3 x 0,6 мкм (рис. 2, *к*), спирохеты, длина которых составила 10 мкм, вибрионы.

В мезотрофном оз. Сомино, в котором перманганатная окисляемость равнялась 7 мг О/л, бактерии представлены в основном банальными формами – палочки, вибрионы, кокки.

Таким образом, при изучении водной микрофлоры под электронным микроскопом обнаружены как общие формы бактериальной флоры в озерах разной трофности, так и специфичные. Наиболее разнообразная микрофлора наблюдалась в высокoeвтрофном Савельевском озере и оз. Плещеево с максимальной продукцией органического вещества за счет фотосинтеза фитопланктона. В водоемах с низкими величинами фотосинтеза бактериопланктон беден формами.

При просмотре микрофлоры под световым микроскопом можно увидеть лишь палочки и нити.

1. Б е л я е в С.С. Распространение группы *Caulobacter* в водохранилищах Волго-Дона. - Микробиол., 1967, т. 36, вып. 1, с. 157-161.
2. Л а п т е в а Н.А., Г е н к а л С.И. Формы бактерий, развивающиеся на бедных питательных средах. - Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1975, № 26, с. 9-12.
3. Н и к и т и н Д.И., К у з н е ц о в С.И. Применение электронного микроскопа для изучения водной микрофлоры. - Микробиол., 1967, т. 36, вып. 5, с. 938-941.
4. H i r s c h P., P a n k r a t z H. Study of bacterial populations in natural environments by use of submerged electron microscope grids. - Allgem. microbiol., 1970, Bd. 10, N 8, p. 589-605.
5. O l a h L., H a y d u L., E l e k y s K. Electron microscopic investigation of Natural bacterial populations in the Water and sediment of Lake Balaton and Lake Belso. - Ann. biol., Tihany, 1972, vol. 39, p. 123-129.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В.И. Романенко, Н.А. Лаптева,  
А.С. Даукшта

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ РАЗВИТИЯ БАКТЕРИЙ  
В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ РАЗВЕДЕНИЯХ  
С ПОМОЩЬЮ МЕЧЕНОГО  $^{14}\text{C}$ -ГИДРОЛИЗАТА БЕЛКА

Метод титров широко применяется в микробиологии для выделения чистых культур или для определения численности микроорганизмов методом нахождения границы их развития. Он используется как при работе с культурами, так и при анализе природных материалов - воды, почвы, донных отложений [2].

Изучение развития водных бактерий на средах с натуральным содержанием органического вещества [1, 3, 5] показало, что истинно водные бактерии интенсивно развиваются на питательных средах, близких по составу к естественной воде. Предложен метод определения численности живых водных бактерий титрованием в пробирках на натуральной воде, которая предварительно полностью очищалась от бактерий фильтрацией через асбестовые фильтры [4]. После стерилизации и засева такой



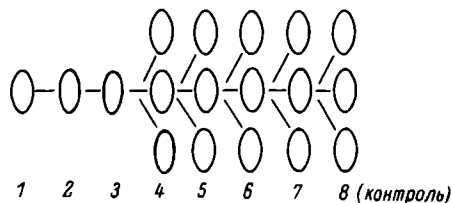


Схема постановки опыта.

Кружки - ряд пробирок, 1-8 - номера разведений.

среды граница развития бактерий в пробирках находилась их подсчетом под микроскопом на мембранных фильтрах. Эта граница хорошо определяется при сравнении мембранных фильтров, через которые профильтрованы контрольные незагрязненные и опытные пробы. При этом надо использовать мембранные фильтры хорошего качества, не загрязненные бактериями (например, чешские „Сынпор“), среда должна быть максимально очищена от микроорганизмов.

Процесс подсчета бактерий на нескольких десятках фильтров для нахождения их границы развития даже при анализе одной пробы занимает много времени. Мы поставили перед собой задачу сократить это время и несколько механизировать сам анализ, используя для этого способность подавляющего большинства бактерий усваивать аминокислоты или белковоподобные вещества.

Воду пропускали через чистые асбестовые фильтры, разливали по 10 мл в серию пробирок с ватными пробками и простерилизовывали. Как известно, при автоклавировании карбонаты частично разрушаются с выделением углекислоты и среда подщелачивается. Для подведения pH к нейтральной величине с одновременным сохранением стерильности пробирки с водой помещались в атмосферу углекислоты - в герметичный шкаф, в который ставился стакан с карбонатом и раствором соляной кислоты. Вследствие повышенного парциального давления углекислота проникала через ватные пробки и нейтрализовала избыточные катионы.

Для каждого анализа готовилась серия из 21 пробирки, которые размещались в штативе (см. рисунок). В первые 3 пробирки бактерии при разведении попадают всегда, поэтому они были поставлены в одной повторности, а начиная с 4-го ряда имела место тройная повторность. 1 мл свежееотобранной воды из Рыбинского водохранилища вносился в 1-ю пробирку. После тщательного перемешивания 1 мл воды переносился во 2-ю пробирку и т.д., с 3-й пробирки по 1 мл вносилось в 3 последующие пробирки 4-го ряда. Затем разведение произво-

Развитие бактерий и ассимиляция ими меченого  $^{14}\text{C}$   
гидролизата белка в десятикратных разведениях

Номер разве- дения	Число бактерий, млн/л				Интенсивность ассимиляции гидролизата белка, имп/мин.			
	I	II	III	Среднее из трех	I	II	III	Среднее из трех
1	7.9	4.5	5.0	5.8	1500	1600	2100	1700
2	3.0	5.0	6.8	4.9	2200	3400	2500	2700
3	0.29	3.4	-	1.9	45	2500	-	1300
4	1.0	1.7	3.7	2.1	1200	1300	1900	1500
5	1.3	0.3	0.8	0.8	970	1	290	420
6	0.17	0.15	0.13	0.15	0	3	0	1
7	0.18	0.16	0.17	0.17	4	0	0	1
8(контроль)	0.10	0.20	0.15	0.15	0	6	0	2

П р и м е ч а н и е. I-III - номера опытов.

дилось до 7-го поперечного ряда. Пробирки 8-го ряда служили контролем. Естественно, что для разведения в каждом ряду использовались стерильные пипетки.

После посева пробы инкубировались в термостате при  $27^{\circ}$  в течение 7 дней. В каждую пробирку стерильно пастеровской пипеткой вносилось по 1 капле промышленного препарата гидролизата белка, меченого  $^{14}\text{C}$ , с активностью  $0.25 \cdot 10^6$  имп./мин., в 1 мл под торцовым счетчиком Гейгера. Через 2 часа после инкубирования при той же температуре пробы фиксировались формалином и каждая профильтровывалась через мембранный фильтр № 3. Вслед за пробой через фильтр пропусклось 5 мл физиологического раствора. После высушивания радиоактивность организмов на фильтре определялась сравнением с контролем - незасеянные пробирки, в которые также был добавлен меченый гидролизат белка. В параллельной серии после фильтрации и окраски фильтров эритрозином численность бактерий определялась прямым подсчетом.

Выяснилось, что границы развития бактерий, определенные методом прямого подсчета и с помощью меченого гидролизата белка, хорошо совпадают (см. таблицу).

Таким образом, для определения количества живых бактерий в воде методом титров можно использовать натуральную стерильную воду и границу развития микроорганизмов найти по потреблению гидролизата белка, меченого  $^{14}\text{C}$ . Этот метод может быть использован и при работе с чистыми культурами микроорганизмов.

1. Н и к и ф о р о в а Е.П. Рост бактерий на органическом веществе натуральной воды. – Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, № 22, с. 11-28.
2. О м е л я н с к и й В.Л. Практическое руководство по микробиологии. М.-Л., 1940. 432 с.
3. Р о м а н е н к о В.И. Размножение бактерий на природной воде. – Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, № 17, с. 5-7.
4. Р о м а н е н к о В.И. Новый метод определения численности живых бактерий в водоемах и сравнение его с методом А. С. Разумова. – Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, № 22, с. 18-21.
5. Р о м а н е н к о В.И., Л а п т е в а Н.А. Развитие бактерий на воде с минимальным содержанием органического вещества, полученной после облучения ультрафиолетом. – Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, № 19, с. 6-8.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Н.В. Горячева

# DUNALIELLA SALINA TEOD. В РАПНЫХ ВОДОЕМАХ КРЫМА

Типичный представитель гипергалинных вод *Dunaliella salina* вегетирует в соляных водоемах Крыма в течение всего года, достигая максимальной численности в теплое время [3]. Ряд авторов полагает, что розовая окраска воды, наблюдаемая часто в рапных водоемах, зависит от массового развития этой водоросли [2, 3]. Тем не менее количественный учет *D. salina* в таких водоемах никогда не проводился.

Цель настоящей работы – подсчет численности и биомассы водоросли в Чокракском озере, в западной части оз. Сиваш и в испарительных бассейнах соляного промысла на оз. Сасык-Сиваш в июле-августе 1974 г. в период наиболее высоких температур и концентраций рапы.

Испарительные бассейны соляного промысла на оз. Сасык-Сиваш заполняются в определенной последовательности. Вода из озера сначала поступает по перепускному каналу в подготовительные бассейны. После того как концентрация солей в них повышается и выпадают карбонат кальция и гипс, рапу

Распределение *D. salina* в рапных водоемах

Место отбора проб	Удельный вес рапы, г/см <sup>3</sup>	Численность водорослей, млн/л	Биомасса, г/м <sup>3</sup>
Чокракское озеро ....	1.250	2.08	6.5
Зап. Сиваш .....	1.221	5.07	15.7
Перепускной канал из оз. Сасык- Сиваш .....	1.182	1.30	4.04
Испарительные бас- сейны оз. Сасык- Сиваш:			
подготовительные № 9	1.216	5.46	17.0
10	1.222	7.41	23.04
11	1.223	3.77	11.7
13	1.223	2.07	6.4
солесадочные № 1	1.225	20.54	63.9
2	1.225	14.82	46.1
3	1.231	19.11	59.4
4	1.230	16.51	51.3
5	1.230	19.37	60.2
6	1.225	13.26	41.2
8	1.223	9.90	30.8

сливают в солесадочные бассейны, в которых идет садка хлоп-  
ристого натрия и постепенное его накопление.

Водоросли просчитывались в живых пробах под микроско-  
пом МБИ-3 по методике, принятой нами для учета мелких про-  
тейших [1]. Средний размер клеток *D. salina* в этих водое-  
мах был 22 x 15 мкм. Для расчета биомассы удельный вес  
клеток принимался равным 1.2 [3]. Оказалось, что при практи-  
чески равной солености общая масса и численность водорослей  
гораздо выше в бассейнах, где идет выпадение хлористого на-  
трия, т.е. в солесадочных (см. таблицу). Цвет рапы в этих бас-  
сейнах отличался более интенсивной окраской. Объясняется это  
тем, что во время осаждения хлористого натрия рапа обогаща-  
ется  $MgSO_4$  (мирабилитом) и увеличивается соотношение  
 $Mg^{++}/Ca^{++}$ . По данным Н.П. Масюк [2], максимальное развитие  
*D. salina* всегда совпадает с увеличением соотношения  
 $Mg^{++}/Ca^{++}$ .

1. Горячева Н.В. Биология *Bodo marina* Braarud (Zoomastigophorea, Protozoa). - Автореф. канд. дис., Иркутск, 1975. 16 с.
2. И с а ч е н к о Б. Л. О розовой соли и красных озерах. - Природа, 1919, № 7-9, с. 420-421.
3. М а с ю к Н. П. Морфология, систематика, экология, географическое распространение рода *Dunaliella* и перспективы его практического использования. Киев, 1973. 244 с.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

М. Перес Ейрис, М. Аврора Публиенес

# СВЕТОВЫЕ КРИВЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА В ТОЛШЕ ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩА СЬЕРРА ДЕЛЬ РОЗАРИО

Водоохранилище Сьерра дель Розарио расположено в горах Кордильера де лос Органос в провинции Пинар дель Рио на Кубе. Оно создано в 1971 г. в результате подпора двух рек (Сан Хуан и Лас Делисиас) для водоснабжения ближайшего села в сухой период года и для рекреационных целей. Площадь водохранилища 48190 м<sup>2</sup>, объем около 190025 м<sup>3</sup>, максимальная глубина 7.5 м, средняя - 3.9 м. Берега круто обрываются, лишь в южной части они пологие. В прибрежье растет рогоз узколистный. Вода в период дождей имеет коричневый оттенок из-за большого количества глинистых частиц, при отстаивании цвет ее становится зеленым. В дождливый сезон она обменивается почти ежедневно. Средняя годовая температура воды водохранилища 26,3°, заполняющих его рек - 24°.

Цель настоящей работы - определить, как изменяется интенсивность фотосинтеза водорослей в водоемах тропической зоны в зависимости от глубины и прозрачности воды.

Световые кривые определялись по методике Ю.И. Сорокина [3]. Вода отбиралась с поверхностного горизонта в большой сосуд и после перемешивания разливалась в склянки объемом 100 мл. В каждую склянку вносилось по 1 мл раствора изотопа  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  с активностью под торцовым счетчиком Гейгера в сухой период года  $1 \cdot 10^6$ , в дождливый -  $2,5 \cdot 10^6$  имп/мин. Склянки подвешивались на штанге на глубинах 0, 0.5, 1, 2, 3, 4 долей прозрачности воды по диску Секки. Затем они экспонировались сутки, после чего организмы фиксирова-

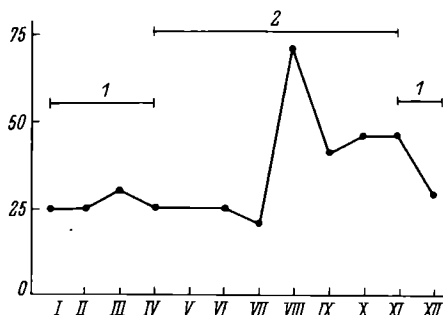


Рис. 1. Изменение прозрачности воды по диску Секки.

1 – сухой период, 2 – период дождей. По оси ординат – прозрачность, см; по оси абсцисс – месяцы.

лись формалином. По 50 мл воды профильтровывалось через мембранные фильтры № 5 (СССР) с диаметром пор 1.2 мкм, задерживающие фитопланктон. После обработки фильтров слабой соляной кислотой радиоактивность водорослей определялась под торцовым счетчиком Гейгера МСТ-17. Анализы производились круглогодично один раз в месяц. На каждом горизонте экспонировались две пробы.

Параллельно с фотосинтезом определялась прозрачность воды по диску Секки. В течение указанного периода она колебалась от 20 до 70 см. На прозрачность воды в этом водохранилище влияет несколько факторов. Хотя в период дождей (с мая по октябрь) вода несет много взвешенных частиц и, казалось бы, прозрачность ее должна быть минимальной, наблюдается обратная картина, так как уровень воды высокий и она сразу же отстаивается. В отдельные периоды, когда несколько дней подряд не было дождей, прозрачность воды увеличивалась до 70 см (рис. 1). В сухое время года (с января по апрель) прозрачность воды в результате отстаивания имеет тенденцию к увеличению, но в результате того, что уровень водохранилища понижается при заборе воды, даже небольшое ветровое перемешивание приводит к взмучиванию и к понижению прозрачности. На световых кривых (рис. 2 и 3) приведены данные в сухой период года и в период дождей.

Средняя годовая величина первичной продукции органического вещества в результате фотосинтеза фитопланктона очень мала – 0.04 мг С/л в сутки. Она соответствует продукции таких олиготрофных водоемов как Байкал [1]. Это объясняется тем, что водообмен здесь очень интенсивный и фитопланктон не успевает сформироваться.

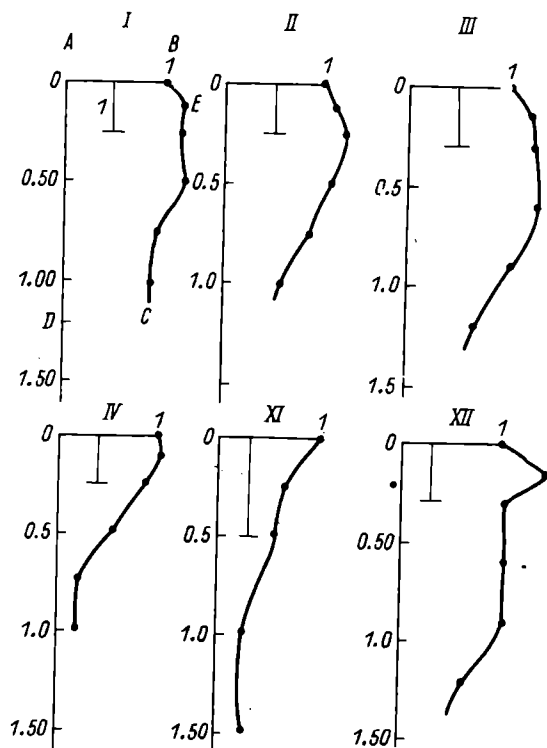


Рис. 2. Световые кривые фотосинтеза в сухой период года.

1 - прозрачность по диску Секки. Римские цифры - месяцы. По оси ординат - глубина, м; по оси абсцисс - фотосинтез, относительные единицы.

В целом за оба сезона интенсивность фотосинтеза характеризуется идентичными показателями, и по глубине не отмечается каких-либо экстремальных отклонений. В ряде случаев в поверхностном слое наблюдается максимум, но он не столь велик, как в умеренной зоне. В ряде случаев интенсивность фотосинтеза уменьшается на глубине тройной прозрачности воды по диску Секки, но иногда он достаточно интенсивен и на глубине четырехкратной прозрачности по диску Секки.

Кривые обработаны по методу, предложенному В. И. Романенко [2]. Графики построены в относительных единицах продукции органического вещества (по оси абсцисс) и в долях прозрачности воды по диску Секки (по оси ординат). По осредненному графику вычислялось отношение его рабочей части (на рис. 2 АВЕСД) к масштабу графика (АВСД). Среднее отношение

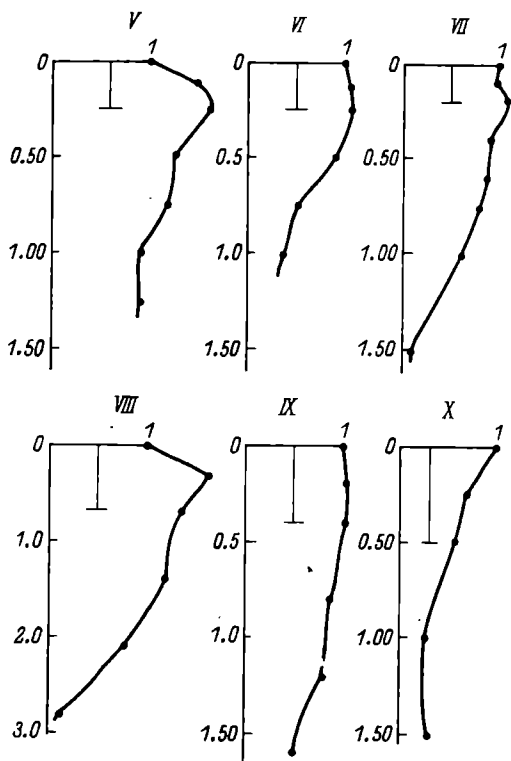


Рис. 3. Световые кривые фотосинтеза в период дождей.

Обозначения те же, что на рис. 2.

этих величин для всего года равно 0.85. Мы считаем эту цифру несколько завышенной из-за чрезвычайно низкой продукции фитопланктона, с помощью  $^{14}\text{C}$  анализы проводились на грани чувствительности метода.

По Рыбинскому водохранилищу коэффициент был равен 0.7, а для большого количества водохранилищ Кубы, по данным за 1973 г., - 0.69 [2].

Таким образом, в водохранилище Сьерра дель Розарио при низких абсолютных величинах первичной продукции органического вещества фитопланктона не наблюдалось каких-либо экстремальных отклонений в интенсивности фотосинтеза водорослей по глубине, а коэффициент связи фотосинтеза и прозрачности равен 0.85.



1. Кузнецов С.И., Романенко В.И., Глазнов И.В. Продукция органического вещества за счет фотосинтеза фитопланктона в оз. Байкал. - ДАН СССР, 1958, т. 156, № 6, с. 1444-1447.
2. Романенко В.И. Связь между интенсивностью фотосинтеза при равномерном распределении водорослей в толще воды и прозрачностью воды по диску Секки. - Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, № 19, с. 15-18.
3. Сорокин Ю.И. Первичная продукция органического вещества в толще воды Рыбинского водохранилища. - Тр. биол. ст. „Борок“, 1958, № 3, с. 66-88.

Департамент экологии леса АН Кубы  
Лаборатория гидробиологии

---

Л.Е. Сигарева

#### ИЗУЧЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ФИТОПЛАНКТОНА МЕЛКОВОДИЙ

В Рыбинском водохранилище защищенные мелководья без зарослей выделяются более высокой продукцией фитопланктона на единицу объема воды [1, 2]. В настоящей работе сделана попытка выявить причину различной продуктивности планктонных водорослей.

Работа выполнялась в 1974 г. при необычно высоком уровне водохранилища в прибрежной зоне пос. Борок, где на одном разрезе выбраны станции, характеризующие основные типы мелководий: полузащищенные без зарослей (ст. 4), защищенные, заросшие макрофитами (ст. 3) и покрытые дерновиной (ст. 1а и 2а). Для сравнения с глубоководной зоной изучалась стандартная ст. 1, расположенная на бывшем русле Волги.

О продуктивности водорослей судили по интенсивности фотосинтеза, содержанию пигментов и фотосинтетической активности хлорофилла (суточному ассимиляционному числу - САЧ). Пигменты измеряли до и после экспозиции проб, чтобы учесть изменение их количества во время опыта. Ассимиляционные числа находили как отношение интенсивности фотосинтеза за сутки к концентрации хлорофилла, средней из измеренной до и после опыта.

Интегрированные пробы фитопланктона брали из фотического слоя (0-2 м на ст. 1 и с поверхности до дна на мелководьях). Интенсивность фотосинтеза определяли скляночным

кислородным методом при суточной экспозиции в условиях, сходных с естественными, в установленном на берегу водоема специальном баке с проточной водой на глубине 0,25 м, где обычно наблюдается максимум фотосинтеза. Пробы со всех участков экспонировались одновременно, что позволило исключить ошибки, которые могли бы произойти при различных освещенности и температуре. Пигменты определяли стандартным спектрофотометрическим методом.

Концентрация пигментов оказалась заметно меньше определенной ранее [1] при более низком уровне водохранилища. Это согласуется с общепринятым мнением о своеобразном разбавлении вод при высоком наполнении водоемов.

Продуктивность фитопланктона, рассчитанная по средневзвешенному содержанию хлорофилла  $\alpha$  в единице объема воды за периоды наблюдения на различных станциях, оказалась самой высокой на полузащищенном мелководье без зарослей (ст. 4), как и в предыдущие годы [1].

Станция .....	1а	2а	3	4	1
Хлорофилл $\alpha$ , мкг/л	6.7	5.6	4.5	11.4	7.2

Однако при сравнении концентраций хлорофилла  $\alpha$ , средневзвешенных за период одновременного нахождения под водой всего прибрежья, различия между станциями сглаживаются.

Станция .....	1а	2а	3	4	1
Хлорофилл $\alpha$ , мкг/л	6.7	5.4	6.9	7.1	8.5

В то же время не обнаружено сходства разных участков по интенсивности фотосинтеза: 0,99, 0,77, 1,21, 1,34, 1,06 мг  $O_2$ /л в сутки для станций 1а, 2а, 3, 4, 1 соответственно.

Одна из причин различий интенсивности фотосинтеза выявилась при анализе пигментов, измеренных после экспонирования фитопланктона. Самое заметное снижение концентрации хлорофилла отмечается на ст. 1а и 2а. В пробах с более глубоких участков прибрежья (ст. 3 и 4) в то же самое время содержание пигментов (хлорофилла и каротиноидов) в течение опытов почти не менялось или увеличивалось (см. таблицу). В открытом плесе (ст. 1) увеличение хлорофилла преобладало над его снижением.

Чтобы объяснить динамику пигментов за сутки, использовали отношение каротиноидов к хлорофиллу  $\alpha$  (к/хл.  $\alpha$ ), указывающее на направленность процессов метаболизма. Летом это отношение менялось незначительно даже при заметном снижении содержания обоих пигментов (см. таблицу). Поэтому убывание хлорофилла обусловлено не изменением состояния пигментного комплекса водорослей, а вероятнее всего уменьшением их численности за счет выедания зоопланктерами. Последние

Некоторые показатели продуктивности фитопланктона  
мелководий

Станция	Хлорофилл, мкг/л		к/хл. <i>a</i>		Феофитин, мкг/л		Фото- синтез, мг O <sub>2</sub> /л в сутки	Деструк- ция, мг O <sub>2</sub> /л в сутки	САЧ
	I	II	I	II	I	II			
19 и ю н я									
1а	4.0	9.9	2.1	0.9	2.9	2.9	2.77	1.56	396
2а	4.5	4.9	1.8	1.6	1.6	0.5	1.42	1.49	302
3	3.2	3.6	0.8	1.1	1.0	1.5	0.80	0.81	235
4	9.4	9.4	1.3	0.9	3.4	2.2	1.68	0.86	179
1	4.0	4.1	1.1	1.4	1.6	1.6	0.96	1.31	240
3 и ю л я									
1а	12.0	6.8	1.4	1.0	1.8	2.9	0.32	0.81	34
2а	7.0	3.2	0.8	0.9	1.6	2.1	1.00	0.44	196
3	11.0	10.5	0.9	0.9	2.0	3.9	2.11	0.95	197
4	6.5	6.6	1.0	0.9	1.8	2.3	1.65	0.66	250
1	4.4	4.2	1.0	0.8	0.7	0.1	0.71	0.34	191
10 и ю л я									
1а	4.8	1.5	1.3	1.6	5.5	1.3	0.32	0.97	100
2а	3.9	3.1	1.3	0.9	0.4	0.5	0.52	0.95	148
3	2.9	2.7	1.0	0.9	0.8	0	0.27	0.76	96
4	2.3	5.0	0.9	0.9	4.3	0.3	0.66	1.04	183
1	4.2	4.7	1.0	0.9	0	2.5	1.01	0.97	239
17 и ю л я									
1а	2.2	1.4	1.0	1.1	0.5	0.3	0.25	0.88	156
2а	3.0	1.4	1.1	0.9	0	0.1	0.14	0.69	64
3	3.3	5.0	0.8	0.9	0.5	0	1.45	0.80	345
4	9.4	-	0.8	-	3.8	-	3.54	1.32	376
1	3.6	7.8	0.9	0.8	0.4	1.9	2.01	0.84	353
24 и ю л я									
2а	6.3	4.0	1.4	1.0	0	0.7	0.53	0.71	102
3	4.9	2.6	1.7	0.9	0	0	0.27	0.85	71
4	21.3	21.5	0.7	0.8	2.3	1.1	1.57	1.46	73
1	25.8	34.9	0.9	0.8	3.2	18.3	3.95	1.06	130

## Продолжение

Станция	Хлорофилл, мкг/л		к/хл.а		Феофитин, мкг/л		Фото- синтез, мг O <sub>2</sub> /л в сутки	Деструк- ция, мг O <sub>2</sub> /л в сутки	САЧ
	I	II	I	II	I	II			
7 августа									
2а	3.9	2.8	1.0	1.2	0.3	0.6	0.55	0.61	162
3	2.5	2.2	1.0	0.8	0.1	0	0.26	0.36	108
4	9.7	5.7	0.8	0.8	0	2.4	1.19	0.58	154
1	2.0	2.4	0.9	0.9	0.8	0.1	0.28	0.41	127
28 августа									
3	1.4	2.0	1.6	1.5	1.1	0.1	0.04	0.35	24
4	6.8	5.4	1.0	1.0	2.3	1.4	0.57	0.57	93
1	6.0	8.7	1.0	1.0	1.3	1.4	0.80	0.31	108
4 сентября									
3	5.1	4.1	1.3	1.6	0.6	0.7	0.10	1.01	22
4	12.8	11.0	0.9	1.1	6.4	3.1	1.50	1.57	126
1	13.9	12.6	1.0	0.8	1.6	5.1	2.00	0.86	151
11 сентября									
3	1.7	0.6	1.2	1.4	2.6	3.5	0.09	0.24	75
4	2.2	1.2	1.5	1.4	1.3	0.5	0.05	0.17	29
1	5.1	2.3	1.5	1.4	1.6	0.7	0.18	0.06	49
25 сентября									
4	5.0	3.6	1.2	1.2	4.3	2.0	0.58	0.41	135
1	1.8	3.5	1.0	1.2	1.0	0.1	0.22	0.14	100

П р и м е ч а н и е. I, II - содержание хлорофилла, феофитина и соотношение каротиноиды/хлорофилл (к/хл. а) в пробе до и после суточной экспозиции.

отмечались в довольно большом количестве, особенно на ст. 1а и 2а [3]. В отдельных случаях отношение  $k/xл. \alpha$  снижалось с исходного 1.4 -2.1 до 0.9 в конце опыта (ст. 1а, 2а, 3, лето). Необычное для фитопланктона превышение содержания каротиноидов над хлорофиллом, очевидно, получено за счет желтых пигментов растительного детрита, попадавшего в пробу в сравнительно больших количествах. Снижение отношения  $k/xл. \alpha$  через сутки могло быть обусловлено выеданием детрита или разрушением каротиноидов растительных остатков, в которых из-за нарушения связи с белковым комплексом понижена устойчивость пигментов к действию внешних факторов.

Снижение количества хлорофилла в пробах за сутки нередко сопровождалось увеличением содержания феопигментов как следствие образования продуктов его распада в результате заглатывания и переваривания водорослей растительноядными гидробионтами (см. таблицу). Накопление феофитина выражено не всегда отчетливо, поскольку он не только образуется в процессе деградации хлорофилла, но и разрушается под действием света.

Фотосинтетическая активность хлорофилла (САЧ) фитопланктона, развивающегося в разных условиях, в среднем одинакова (179, 162, 179, 186, 192,  $mg O_2 / mg \text{ хл. } \alpha$  за сутки для ст. 1а, 2а, 3, 4, 1 соответственно), но иногда наблюдались отклонения. Повышенная активность хлорофилла зарегистрирована в опытах, в которых выделение кислорода в процессе фотосинтеза превышало его потребление в 1.8-2.7 раза и содержание хлорофилла в пробе через сутки увеличивалось до 150-200% от исходного (см. таблицу). Напротив, низкая фотосинтетическая активность хлорофилла отмечена для фитопланктона неглубоких заросших участков при превышении деструкции над фотосинтезом в 2-3 и более раз и при заметном убывании пигментов за сутки.

Итак, одна из причин различной продуктивности фитопланктона на мелководьях разного типа - изменение концентрации хлорофилла водорослей в единице объема воды за сутки. При интенсивном фотосинтезе содержание пигментов почти не меняется или увеличивается, при слабом - убывает.

Выедание водорослей зоопланктерами как фактор, влияющий на первичную продукцию, требует специального изучения при исследовании биологических процессов на мелководьях.

## Л и т е р а т у р а

1. Елизарова В.А., Сигарева Л.Е. Содержание пигментов фитопланктона в мелководной зоне Рыбинского водохранилища. - В кн.: Гидробиологический режим прибрежных мелководий верхневолжских водохранилищ. Ярославль, 1976, с. 133-147.

2. Пырина И.Л., Башкатова Е.Л., Сигарева Л.Е. Первичная продукция фитопланктона мелководий Рыбинского водохранилища. — В кн.: Гидробиологический режим прибрежных мелководий верхневолжских водохранилищ. Ярославль, 1976, с. 106–132.
3. Столбунова В.Н. Зоопланктон прибрежной зоны Рыбинского и Ивановского водохранилищ в 1971–1974 гг. — В кн.: Гидробиологический режим мелководий верхневолжских водохранилищ. Ярославль, 1976, с. 170–213.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Г.А. Лукина

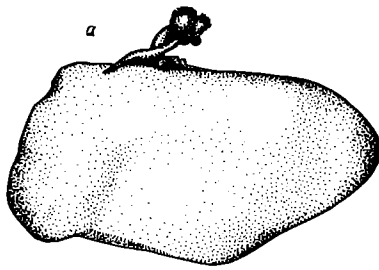
## ЦВЕТЕНИЕ РЯСКОВЫХ

Рясковые относятся к свободноплавающим водным растениям. Размножаются преимущественно вегетативным способом. Перезимовывают зимующие почки, богатые крахмалом, что способствует погружению на дно. Известен и половой способ размножения. Семена прорастают осенью того же года.

Впервые цветение рясковых было замечено Хегельмайером в 1868 г. [2]. Подробное описание цветения и цветка сделано С.И. Ростовцевым [1] по наблюдениям в средней полосе России. На основании анализа температурных данных лета 1905 г. он пришел к выводу, что цветению благоприятствует влажное и прохладное лето. Однако до сих пор причины, вызывающие цветение рясковых, достаточно точно не установлены.

Наши наблюдения за этими растениями в природных условиях в 1972–1975 гг. в Волжском бассейне показали, что ряски цветут ежегодно, несмотря на различие метеорологических условий. Период цветения оказался довольно растянутым: цветущие экземпляры встречались в течение июня–августа. В природных условиях обнаружено цветение *Lemna minor*, *L. gibba* и *L. trisulka*. Цветки перечисленных видов не отличаются друг от друга (см. рисунок). Цветущих экземпляров *Spirodela polyrhiza* не найдено, несмотря на обширность площадей, занятых этим видом. В лабораторных условиях установлено, что *Sp. polyrhiza* образует зимующие почки более активно, чем другие виды рясковых. По-видимому, это в какой-то мере компенсирует отсутствие размножения семенами.

В природе цветущие побеги находятся вперемежку с нецветущими. Правильности в распределении цветущих и нецветущих



Цветоносные побеги рясковых.

*a* - ряска трехдольная - *Lemna trisulka*, *b* - ряска горбатая - *L. gibba*.

побегов не обнаружено, однако цветки всегда появляются на меньшей половине таллома. Обычно на цветоносном побеге образуется одна группа цветков. Цветочная группа очень мала (в наибольшем поперечнике 1 мм), состоит из трех органов: двух неодинаковых по размерам тычинок и одного пестика. Появляются они неодновременно: сначала большая тычинка, затем меньшая и, наконец, пестик. Неодновременность созревания пестика и тычинок позволяет предположить, что рясковые относятся к перекрестноопыляющимся растениям. Опыление скорее всего осуществляется ветром.

Цветущие побеги *L. minor* и *L. gibba* сходны с вегетативными по размерам и анатомически. Их можно отличить в период, когда появляются тычинки или пестик.

Отличие *L. trisulka* от других растений этого рода заключается в том, что ее вегетативные побеги погружены в воду, а цветоносные имеют большее сходство с побегами *L. minor*, чем с вегетативными побегами своего вида. Побеги *L. trisulka*, несущие цветок, обычно мельче вегетативных, короче и изогнуты так, что цветок остается непогруженным в воду. Цветоносные побеги отрываются от материнского растения и свободно плавают по поверхности, подобно небольшим корабликам. Они представлены одним листцем, что дает возможность отличить их от цветущих растений ряски малой, цветоносные побеги которой располагаются на обычных вегетативных побегах, а растение состоит из 2-4 листцов.

Возможность лабораторного культивирования рясковых позволяет изучать их биологию и цветение в строго контролируемых условиях. При анализе причин, вызывающих цветение, было сделано предположение [3], что оно зависит от двух не связанных между собой факторов - периода освещения и „воз-

раста" среды. Другим авторам [4] связи цветения с возрастом среды и длительностью фотопериода обнаружить не удалось. Мы также попытались выяснить экспериментально условия, благоприятствующие цветению *L. minor* и *L. gibba*. Оказалось, что выращивание на одной и той же среде, а также варьирование периодов освещения не вызывают зацветания опытных растений. Удалось добиться зацветания *L. gibba* лишь после 10-кратного УФ-облучения, для чего использовались лампы БУВ. Растения облучались ежедневно в течение 2 мин. на расстоянии 90 см, затем образцы помещались в люминостат, где освещенность составляла 5600 лк. Цветение начиналось через 10 дней после прекращения облучения, культуральная среда в течение этого периода не менялась. Продолжительность цветения одного цветка оказалась несколько меньшей, чем в природных условиях, но цветение культуры в целом продолжительнее на целый месяц (апрель-август). Цветение *L. gibba* с последующим нормальным плодоношением при перечисленных условиях, вероятно, было вызвано воздействием необычного для данного вида фактором и явилось своеобразной реакцией на неблагоприятное воздействие среды.

Изоляция одного цветущего экземпляра к образованию плодов не приводила. Это подтверждает предположение, что семена могут образовываться лишь при перекрестном опылении, видимо, с помощью ветра.

Наблюдения за рясковыми в естественных условиях в период цветения, а также выяснение причин, вызывающих цветение в лаборатории, позволяют предположить, что цветение — реакция растений на различные неблагоприятные факторы, способствующая сохранению вида. Основным способом размножения остается вегетативный.

#### Л и т е р а т у р а

1. Р о с т о в ц е в С.И. Биолого-морфологический очерк рясок. — Изв. Моск. с.-х. ин-та, М., 1905, с. 105-134.
2. Н e g e l m a j e r F. Die Lemnaeae, eine monographische Untersuchung. Leipzig, 1868. 37 p.
3. H i l l m a n W.S. Experimental control flowering in Lemna. — Amer. J. Bot., 1959, vol. 46, p. 489-495.
4. Y o s h i m u r a F. Influence of light on the consumption of nitrate and ammonia in lemnaceous plants. — Bot. Mag., 1962, vol. 65, p. 176-185.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР





Численность бактерий в 1-м, 3-м, 4-м и 8-м вариантах,  
 $1 \cdot 10^6$  кл./мл

Сутки	B. saltans		B. saltans + O. ovalis		O. ovalis		E. coli	
	на све- ту	в тем- ноте	на све- ту	в тем- ноте	на све- ту	в тем- ноте	на свету	в тем- ноте
0	28.0	28.0	28.0	28.0	0.2	0.2	28	28
2	21.0	20.8	0.6	0.5	0.2	0.1	28	28
4	19.2	18.8	0.5	0.5	0.1	0.2	28	28
6	14.8	14.6	0.3	0.4	0.1	0.1	28	28
8	9.0	10.6	0.2	0.2	0.1	0.2	28	28

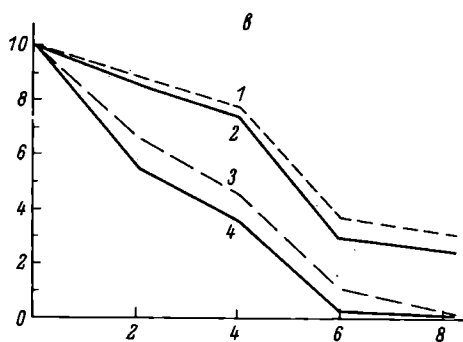
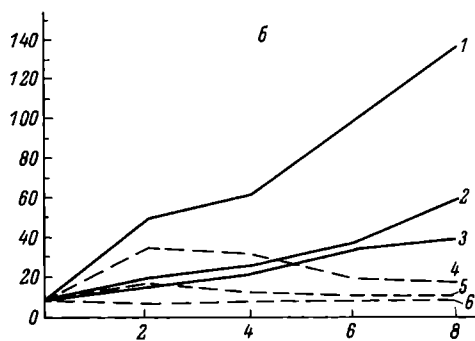
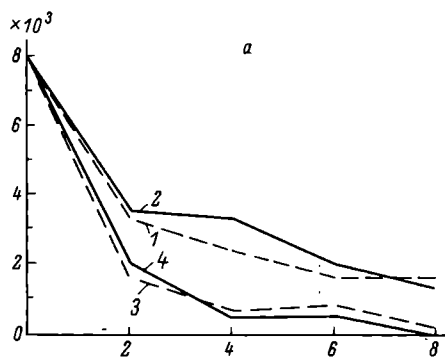
Скорость потребления бактерий бесцветными жгутиконосцами достигает 40 у *P. jaculans*, 100 у *B. saltans*, 250 кл./час у *O. ovalis*. Время удвоения равнялось соответственно 5, 10 и 4 час. Принимая во внимание высокую скорость питания бактериями *O. ovalis* по сравнению с бесцветными жгутиконосцами, мы попытались выяснить конкурентные пищевые взаимоотношения этих организмов при их совместном культивировании

В вариантах опыта, где присутствовали смешанные культуры *B. saltans* и *O. ovalis*, наблюдалось резкое снижение численности бактерий. В вариантах с одним только *B. saltans* число бактерий уменьшалось медленнее (см. таблицу). Поскольку для бесцветных жгутиконосцев (облигатных гетеротрофов) бактериальная пища служила в этом случае единственным источником углерода и энергии, снижение численности *B. saltans* шло в 2-3 раза быстрее при совместном культивировании с *O. ovalis* как в световом, так и в темновом вариантах (см. рисунок, а). Единственной причиной резкого снижения численности бесцветных жгутиконосцев в присутствии золотистых водорослей послужило уменьшение числа бактерий, так как опыты с введением метаболитов *O. ovalis* в культуру *B. saltans* выявили даже некоторую стимуляцию развития простейших (вариант 2-й).

Сутки Число, тыс. кл./мл

0	8,0
2	11,0
4	14,4

Совершенно иной была динамика *O. ovalis* (см. рисунок, б): из-за недостатка бактериальной пищи (менее  $0.3 \cdot 10^6$  кл./мл) у данного вида преобладало фототрофное питание. Хотя освещенность для развития этой золотистой водоросли была оптимальной, численность ее к концу опыта превышала исходную лишь в 4 раза.



В случае большого исходного обилия бактерий *O. ovalis* уже в первые 48 час. увеличивает свою численность в 4.5-6 раз даже при совместном культивировании с *B. saltans*.

Аналогичные опыты, проведенные с *P. jaculans*, показали такую же закономерность (см. рисунок, б). Однако вследствие меньшего генерационного периода (5 час.) у этого бесцветного жгутиконосца напряженность конкуренции была выше, чем в предыдущем случае. Это нашло отражение в меньшей скорости размножения *O. ovalis* при совместном культивировании с *P. jaculans* в световом и в темновом вариантах.

Снижение количества золотистых водорослей в темновом варианте к концу опыта объясняется, очевидно, тем, что к этому времени была потреблена почти вся внесенная бактериальная масса.

Сравнивая изменения в ходе роста бесцветных жгутиконосцев и *O. ovalis* в смешанной культуре, можно заметить значительное преобладание золотистых водорослей, которые вследствие большей скорости потребления бактерий почти полностью вытесняют жгутиконосцев на свету и в темноте.

#### Л и т е р а т у р а

1. Ж у к о в Б. Ф., Б а л о н о в И. М., Я г о д к а С. Н. К вопросу о взаимоотношении зоофлагеллят, водорослей и бактерий. - Гидробиол. ж., 1975, т. 11, № 4, с. 88-93.
2. М а т в и е н к о А. М. Золотистые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Т.3. М.-Л., 1954. 188 с.
3. Я г о д к а С. Н. Новый вариант метода прямого счета бактерий в воде. - Микробиол., 1975, т. 44, с. 169-171.

---

Динамика численности бесцветных жгутиконосцев и золотистых водорослей при их совместном и раздельном культивировании.

*а* - изменение числа клеток *Bodo saltans*: 1 - *B. saltans* (темновой вариант), 2 - *B. saltans* (световой вариант), 3 - *B. saltans* + *O. ovalis* (темновой вариант), 4 - *B. saltans* + *O. ovalis* (световой вариант).

*б* - изменение числа клеток *Ochromonas ovalis*: 1 - *O. ovalis* + *B. saltans*, 2 - *O. ovalis* + *Pl. jaculans*; 3 - *O. ovalis*, 4 - *O. ovalis* + *B. saltans*, 5 - *O. ovalis* + *Pl. jaculans*, 6 - *O. ovalis*. 1-3 - световой вариант, 4-6 - темновой вариант.

*в* - изменение числа клеток *Pleuromonas jaculans*: 1, 2 - *P. jaculans*, 3, 4 - *Pl. jaculans* + *O. ovalis*. 1, 3 - темновой вариант, 2, 4 - световой вариант.

4. A a r o n s o n S. The biology and ultrastructure of phagotrophy in *Ochromonas danica* (Chrysophyceae : Chrysomonadida). - J. gen. Microbiol., 1974, vol. 83, N 1, p. 21-29.
5. A a r o n s o n S., B a k e r H.A. A comparative biochemical study of two species of *Ochromonas*. - J. Protozool., 1959, vol. 6, p. 282-284.
6. D u b o w s k y N. Selectivity of ingestion and digestion in the Chrysomonad flagellate *Ochromonas malhamensis*. - J. Protozool., 1974, vol. 21, N 2, p. 295-298.
7. P a s c h e r A. Die Susswasser-flora Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz. Vol. 2. Jena, 1913. 192 p.
8. P r i n g s h e i m E.G. On the nutrition of *Ochromonas*. - Quart. J. Microscop. Sci., 1952, vol. 93, p. 71-96.
9. S e t o M., T a z a k i T. Carbon dynamics in the food chain system of glucosyl-E. coli-Tetrahymene. - Japan. J. Ecol., 1971, vol. 21, N 5-6, p. 179-188.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

З. М. Мыльникова

## БЕНТОСНЫЕ ИНФУЗОРИИ И САРКОВЫЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Сведения о бентосных инфузориях и сарковых Рыбинского водохранилища в литературе отсутствуют. Мы приводим предварительные результаты изучения этих животных в навигационный период 1975 г.

Материал собирался в прибрежной части и на 6 открытых стандартных станциях водохранилища. Пробы отбирались с помощью стратометра С-1, а на мелководье - стеклянной трубкой диаметром 4 см, которую рукой вдавливали в грунт, закрывали пробкой и затем извлекали вместе с монолитом. Вода, находившаяся над грунтом, выливалась. Поверхностный слой монолита вместе с наилком и небольшим количеством воды помещался в стаканчик и изучался под микроскопом.

Живые инфузории подсчитывались по методике Я.Я. Цееба [3] и Ф.П. Чорика [5], затем средняя численность пересчитывалась на 1 м<sup>2</sup> дна. Всего собрано и обработано 62 пробы.

Выявлено 38 видов инфузорий: 22 из отряда Holotricha, 16 из отряда Spirotricha. Саркодовых обнаружено 18 видов: 16 из отряда Testacida, 2 из отряда Amoebida.

## Тип Protozoa

### Класс Sarcodina

#### Отряд Amoebida

*Amoeba proteus* Leidy, 1879  
*A. limax* Penard, 1902

#### Отряд Testacida

*Arcella vulgaris* Ehrb., 1832  
*Cyphoderia ampulla* Ehrb., 1840  
*C. calceolus* Penard, 1899  
*C. laevis* Penard, 1902  
*C. trochus* Penard, 1899  
*Centropyxis aculeata* Stein, 1857  
*Diffugia acuminata* Ehrb., 1838  
*D. avellana* Penard, 1885  
*D. fallax* Penard, 1890  
*D. globulosa* Dujardin, 1837  
*D. hydrostatica lithophila* Penard, 1902  
*D. immanata* Jung, 1942  
*D. oblonga oblonga* Ehrb., 1838  
*D. urceolata* Carter, 1864

### Класс Ciliata

#### Отряд Holotricha

*Coleps hirtus* Nitzsch., 1817  
*Chilodonella cucullulus* Muller, 1786  
*Ch. uncinata* Ehrb., 1838  
*Dileptus anser* O.F. Müller, 1786  
*Frontonia acuminata* Ehrb., 1833  
*F. leucas* Ehrb., 1838  
*Lacrymaria olor* O.F. Müller, 1786  
*L. pupula* O.F. Müller, 1786  
*Lembadion lucens* Maskell, 1887  
*L. magnum* Stokes, 1887  
*Litonotus fasciola* Ehrb.-Wrzes, 1870  
*L. pleurosigma* Stokes, 1884  
*Loxodes rostrum* O.F. Müller, 1786  
*Loxophyllum helus* Stokes, 1884

*Paramecium caudatum* Ehrb., 1838  
*Phascolodon vorticella* Stein, 1859  
*Plagiopyla nasuta* Stein, 1860  
*Pleuronema coronatum* Kent, 1881  
*P. crassum* Dujardin, 1841  
*Prorodon teras* Ehrb., 1838  
*Spathidium caudatum* Wetzel, 1927  
*Stokesia vernalis* (Wang.) Wenrich, 1929

### Отряд Spirotricha

*Aspidisca costata* Dujardin, 1842  
*Codonella cratera* Leidy, 1877  
*Euplotes charon* O.F. Müller, 1786, Stein, 1859  
*Metopus es* O.F. Müller, 1786  
*Oxytricha pellationella* Müller-Stein, 1859  
*Paruroleptus piscis* Kowalewski, 1882  
*Spirostomum minus* Roux, 1901  
*S. teres* Clap., 1859  
*S. ambiguum* Müller-Ehrb., 1838  
*Stentor polymorphus* O.F. Müller, 1773  
*S. roeseli* Ehrb., 1835  
*Strobilidium velox* Fauré-Fr., 1924  
*Strombidium viride* Stein, 1859  
*Stylonychia mytilus* Ehrb., 1838  
*Tintinnidium fluviale* Stein, 1863  
*Uroleptus rattulus* Stein, 1859

Приведенный список не исчерпывает видового состава бентосных инфузорий, который будет пополнен в процессе дальнейшей работы.

Наиболее распространенные виды перечислены ниже (табл.1)

В прибрежной зоне обнаружено большое видовое разнообразие бентосных простейших. Здесь найдено 46 видов, из них инфузорий - 38, саркодовых - 8.

С мая по октябрь фауна простейших Рыбинского водохранилища заметно изменялась по видовому составу и количеству. Наибольшая численность наблюдалась в мае в прибрежной зоне (табл. 2), а наибольшее разнообразие видов - в сентябре: инфузорий 21 вид, саркодовых - 7. В этот период наблюдался второй пик численности - осенний.

В открытой части водохранилища видовой состав беднее, чем в прибрежной зоне. Обнаружено 6 видов инфузорий и 11 видов саркодовых. Доминировали инфузории - *Prorodon teras* и *Lacrymaria pupula*, из *Testacida* - *Arcella vulgaris*, *Cyphoderia ampulla*. Наиболее богатый видовой состав (5 видов инфузорий, 8 видов саркодовых) и высокая численность простейших (40 тыс. экз./м<sup>2</sup>) отмечались у дер. Коприно

Таблица 1

Средняя численность наиболее распространенных простейших в 1975 г., тыс. экз./м<sup>2</sup>

Вид	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
<b>Sarcodina</b>					
<i>Arcella vulgaris</i> .....	7.0	4.5	7.5	15.0	10.0
<i>Cyphoderia ampulla</i> .....	0	4.0	33.0	0	0
<b>Ciliata</b>					
<i>Coleps hirtus</i> .....	7.3	15.0	0	12.4	0
<i>Frontonia acuminata</i> .....	77.0	43.0	0	0	0
<i>F. leucas</i> .....	12.7	0	2.5	2.5	5.0
<i>Lacrymaria pupula</i> .....	0	5.0	7.5	39.0	21.0
<i>Pleuronema coronatum</i> .....	0	0	0	8.0	0
<i>Prorodon teres</i> .....	0	5.3	9.0	12.5	0
<i>Oxytricha pellionella</i> .....	21.6	31.3	0	3.7	0
<i>Spirostomum minus</i> .....	0	1.2	20.0	5.0	0
<i>Strombidium viride</i> .....	17.7	16.0	0	1.2	0
<i>Stylonychia mytilus</i> .....	32.0	2.7	2.5	6.2	0

(Волжский предустьевый район). Здесь преобладали *Lacrymaria pupula*, *Prorodon teres*, из саркодовых - *Arcella vulgaris*, *Cyphoderia ampulla*.

У бывшего г. Молога средняя численность бентосных простейших составила 32 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Обнаружено 8 видов, из них 5 - саркодовых и 3 - инфузорий. Доминирующее положение сохранили *Lacrymaria pupula* и *Arcella vulgaris*. Самыми бедными по видовому составу и численности простейших были станции у сел Брейтово, Средний Двор, Наволок.

В Дубоссарском водохранилище средняя численность инфузорий составляла 1,2 млн экз./м<sup>2</sup> [4, 6, 7], в Каховском - 2,3 млн экз./м<sup>2</sup> [1]. В устьевом районе р. Даугава численность инфузорий колеблется от 0,5 до 5,4 млн экз./м<sup>2</sup> [2]. По нашим предварительным данным, средняя численность инфузорий в Рыбинском водохранилище равна 135 тыс. экз./м<sup>2</sup>.

Таким образом, по численности бентосных инфузорий Рыбинское водохранилище значительно беднее упомянутых водоемов.



Таблица 2

Средняя численность (тыс. экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (мг/м<sup>2</sup>) бентосных простейших

Месяц	Мелководье				Открытое водохранилище			
	численность		биомасса		численность		биомасса	
	инфу- зории	сарко- довые	инфу- зории	сарко- довые	инфу- зории	сарко- довые	инфу- зории	сарко- довые
V	213,0	7,0	257	1,6	0	0	0	0
VI	199,0	1,2	95	0,4	6,0	27	0,3	7,4
VIII	68,0	22,0	61	17,0	7,0	30	0,4	8,2
IX	118,0	9,0	52	4,1	9,0	25	3,2	5,5
X	48,0	10,0	41	2,7	4,0	8	2,8	2,3
Средняя	129,0	9,8	101	5,2	5,2	18	1,3	4,6

### Л и т е р а т у р а

1. Г у р в и ч В. В. Формирование фауны микробентоса и придонного планктона Каховского водохранилища в первые годы его становления. - Автореф. канд. дис. Киев, 1961. 16 с.
2. Л и е п а Р. А. Свободноживущие инфузории устьевого района р. Даугава. - В кн.: Факторы самоочищения устьевого района реки Даугавы. Рига, 1974, с. 75-89.
3. Ц е е б Я. Я. Состав и количественное развитие фауны микробентоса низовьев Днепра и водоемов Крыма. - Зоол. ж., 1958, т. 37, № 1, с. 3-12.
4. Ч о р и к Ф. П. Заметка о придонных инфузориях некоторых водоемов Молдавии. - Изв. АН МССР, 1964, № 1, с. 62-69.
5. Ч о р и к Ф. П. Методика сбора, определения и количественного учета свободноживущих инфузорий. - Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969, № 3, с. 63-67.
6. Ч о р и к Ф. П. К сезонной динамике состава и численности инфузорий в Дубоссарском водохранилище. - В кн.: Биологические ресурсы водоемов Молдавии. Кишинев, 1970, № 5, с. 51-60.
7. Я р о ш е н к о М. Ф., Ч о р и к Ф. П. О распространении придонных инфузорий в Дубоссарском водохранилище. - Изв. АН СССР, Кишинев 1965, № 5, с. 58-66.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

## МАТЕРИАЛЫ ПО ФАУНЕ ОСТРАКОД (OSTRACODA) ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ниже впервые приводятся сведения о фауне остракод Иваньковского водохранилища, их экологии и сезонной динамике видового состава.

Материалы собраны в разные сезоны 1973-1975 гг. на 48 станциях, расположенных в различных участках Иваньковского, Шошинского и Волжского плесов водохранилища: в открытом и заросшем прибрежье в устьях, впадающих в водохранилище рек, и в бывшем русле Волги. Всего обработано 250 проб, из них 20 количественных, 230 качественных.

Обнаружено 49 видов из двух семейств и 18 родов. Наиболее разнообразно представлено подсем. *Candoninae*, составляющее почти 50% всех найденных видов. Однако массовых и широко распространенных всего 8: *Cypris pubera*, *Dolerocypris fasciata*, *Cypridopsis vidua*, *Cyclocypris ovum*, *C. laevis*, *Candona rostrata*, *C. crispata*, *Limnocythere inopinata*. Встречаемость *Cypridopsis vidua* равна 100%, *Cyclocypris ovum* - 84, *C. laevis* - 84, *Limnocythere inopinata* - 66, *Candona* двух видов - 63, *Dolerocypris fasciata* - 62%. Распределение видов остракод по плесам приводится в таблице.

Фауна остракод верхнего участка Волжского плеса (от Калинина до Городни) и нижнего (от устья р. Шоши до с. Бабни), представляющего собой глубоководную реку с обрывистыми берегами, очень бедна как качественно, так и количественно. Здесь отмечено 5-7 широко распространенных, но встречающихся единично видов. Средний участок Волжского плеса, где расположены обширные площади мелководий с сообществами всех растительных поясов, значительно отличается от верхнего и нижнего. Здесь найдено 36 видов, причем в июне в одной качественной пробе попадает до 25 видов ракушковых. Плотность остракод в этом районе довольно высокая. Так, в районе Городни их численность 7 июня составляла 15 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Найдены в этом районе и редко встречающиеся в фауне СССР виды, не отмеченные для Рыбинского водохранилища: *Eucypris pigra*, *Ilyocypris bradyi*, *Candona balatonica*, *Candonopsis kingslei*.

Большое видовое разнообразие остракод характерно и для Иваньковского плеса, представляющего собой озерный участок с обилием заливов, островов, изолированных мелководий. Высока здесь и плотность рачков. Так, в разовом сборе 11 июня в Коровинском плесе численность остракод достигла 6 тыс. экз./л. При этом преобладали преимущественно весенние виды с коротким жизненным циклом и очень высокой плодовитостью.

Вид	Плеса		
	Ивань- ковский	Волж- ский	Шошин- ский
Сем. Cypridae			
Подсем. Ilyocyprinae			
Ilyocypris biplicata (Koch) .....	-	+	-
I. gibba (Ramd.) .....	-	-	+
I. decipiens Masi .....	+	+	+
I. bradyi G.O. Sars <sup>✱</sup> .....	-	+	-
Подсем. Cyprinae			
Notodromas monacha (O.F. Müller)	+	+	+
Cyprois marginata (Straus) .....	-	+	-
Cypris pubera O.F. Müller <sup>✱</sup> .....	+	+	+
Eucypris crassa (O.F. Müller) ....	-	+	-
E. serrata (G.W. Müller) .....	-	+	-
E. virens (Jurine) .....	-	+	-
E. fuscata (Jurine) .....	+	+	+
E. affinis (Fisch.) .....	+	+	-
E. pigra (Fisch.) <sup>✱</sup> .....	-	+	-
Dolerocypris fasciata (O.F. Müller) <sup>✱</sup>	+	+	+
Isocypris priomena (G.W. Müller) ..	+	+	+
Heterocypris incongruens (Ramd) ...	+	-	-
Stenocypris fischeri (Lilljeborg) .....	+	+	+
Herpetocypris reptans (Baird) .....	+	-	+
H. chevreuxi (G.O. Sars) .....	+	-	+
Cypridopsis vidua (O.F. Müller) <sup>✱</sup> ....	+	+	+
C. newtoni Brady et Roberts .....	-	-	+
C. hartwigi G. W. Müller .....	-	-	+
C. obesa Brady et Roberts .....	+	-	-
Cypridopsis orientalis Bronst. ....	+	+	-
Potamocypris smaragdina Vavra .....	+	-	-
P. variegata (Brady et Norm.) .....	+	-	-
Подсем. Candoninae			
Cyclocypris ovum (Jurine) <sup>✱</sup> .....	+	+	+
C. laevis (O.F. Müller) <sup>✱</sup> .....	+	+	+
C. globosa (G.O. Sars) .....	+	-	+
Cypria exsculpta (Fisch.) .....	+	+	+

Вид	Плеса		
	Ивань- ковский	Волж- ский	Шошин- ский
<i>C. ophthalmica</i> (Jurine) .....	+	+	+
<i>C. lacustris</i> G.O. Sars .....	+	+	+
<i>C. curvifurcata</i> Klie .....	+	+	+
<i>C. reptans</i> Bronst. ....	+	-	-
<i>Physocypria fadeevi</i> Dub. ....	+	+	+
<i>Candona rostrata</i> Brady et Norm. ....	+	+	+
<i>C. candida</i> (O.F. Müller) .....	-	+	-
<i>C. protzi</i> Hartwig .....	+	-	-
<i>C. parallela</i> G.W. Müller .....	+	-	+
<i>C. crispata</i> Klie * .....	+	+	+
<i>C. fabaeformis</i> (Fisch.) .....	+	+	+
<i>C. holzkampfi</i> Hartwig .....	+	+	+
<i>C. caudata</i> Kaufm. ....	+	+	+
<i>C. compressa</i> (Koch.) .....	+	+	
<i>C. balatonica</i> (Daday) * .....	-	+	-
<i>Candonopsis kingslei</i> (Brady et Roberts) ** .....	-	+	-
Подсем. Cytheridae			
<i>Limnocythere relictata</i> (Lilljeborg) .....	+	+	-
<i>L. sancti-patricii</i> Brady et Roberts. .	+	+	+
<i>L. inopinata</i> (Baird) .....	+	+	+
Всего видов .....	36	36	29

\* - массовые виды, \*\* - редкие виды.

В Шошинском плесе материал собран только в нижнем участке. Видовой состав остракод здесь довольно разнообразен, но количественно беден. Места обитания почти всех видов связаны с илистыми или заиленными грунтами. Особенно много на заиленных участках видов рода *Candona*, *Dolerocypris fasciata*, *Cypria pubera* и многие виды рода *Eucypria* приурочены к хорошо защищенным и богатым растительностью мелководьям. Очень мало остракод в зарослях телореза и в местах, где отмершая растительность образует толстую неразлагающуюся подстилку. Большой пластичностью по отношению к грунтам обладает *Limnocythere inopinata*, встречающаяся на всех биотопах, но избегающая сильно заросшие участки.

Значительная часть остракод стенобатны и заселяют прибрежные участки до глубины 1 м, причем большинство видов Cyprinae предпочитают мелководные участки (до 0,5 м), а виды рода *Candona* встречаются на глубине 0,1-3 м. В более глубоких местах отмечаются те же виды, что и в прибрежье, но численность их незначительна. Это *Cypridopsis vidua*, *Cyclocypris ovum*, *C. laevis*, *Cypria ophthalmica*, *C. curvifurcata*.

По сезонам встречаемость массовых видов остракод изменяется следующим образом. В начале вегетации (май) основную численность составляют *Candona crispata*, *C. rostrata* и *Cypris pubera*. Затем появляются типичные летние формы и летне-осенние: *Dolerocypris fasciata*, *Cyclocypris ovum*, *C. laevis*, *Cypridopsis vidua*, *Limnocythere inopinata*. Осенью весенние и летние виды исчезают, остаются летне-осенние и круглогодичные. Это *Cypridopsis*, *Limnocythere* и два вида *Candona*. Общая же численность остракод остается практически неизменной в течение всей вегетации, хотя составляют ее в отдельные сезоны разные виды.

Из 49 видов, обнаруженных в Иваньковском водохранилище, 86% обитает преимущественно в мелководной зоне с глубинами до 1 м, 14% - кроме того, и в русловых участках, но, по-видимому, как случайные элементы. Большинство видов встречается на илистых и заиленных грунтах, но есть и эвритопы. В течение сезона наблюдается смена видового состава остракод при неизменной общей численности.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

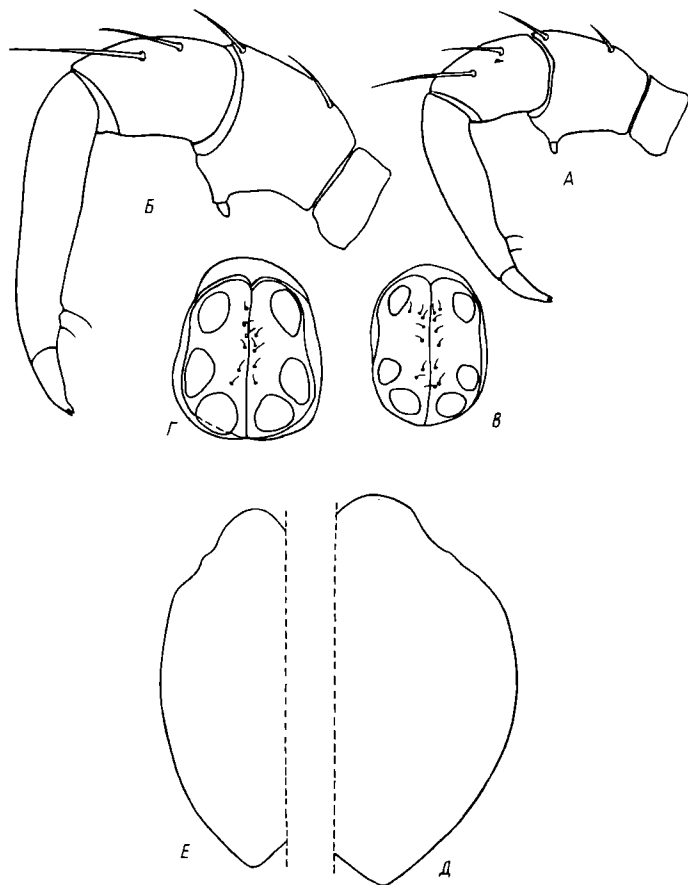
---

Б. А. Вайнштейн

# О ВИДОВОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ *LIMNESIA ANGUSTATA* SOK. (LIMNESIIDAE, ACARIFORMES)

Водяной клещ *Limnesia angustata* был описан И. И. Соколовым [2] в качестве „вариетета“ *L. maculata* (Müller, 1776). В дальнейшем Фитс [5] перевел этот вариант в подвид, исходя из чисто номенклатурных соображений. Лундблад [3] свел *L. m. angustata* в синоним *L. maculata* в связи с вариабельностью признаков, указанных И. И. Соколовым как отличительные.

Действительно, виды эти очень сходны. Однако морфологические различия самок, правда незначительные, имеются. Заключаются они в следующем.



Детали строения двух видов рода *Limnesia*.

*A, B, Д* — *L. angustata*, *В, Г, Е* — *L. maculata*; *A, B* — педипальпа самки, *В, Г* — половые створки, *Д, Е* — дорсальный щит личинки. Одинаковые детали строения обоих видов изображены при равном увеличении.

1. Самки *L. maculata* крупнее, достигают длины 2 мм и более; самки *L. angustata* мельче, редко бывают длиннее 1,5 мм.

2. Педипальпы *L. maculata* крупнее, чем таковые *L. angustata* (см. рисунок, *A*, *B*, где они изображены при равном увеличении).

3. Половые створки сходны (см. рисунок, *B*, *Г*), однако у *L. maculata* они крупнее и относительно шире. Главное же различие заключается в размерах присосок: у *L. maculata* средняя присоска явно длиннее расстояния между нею и передней присоской, у *L. angustata* она существенно меньше этого расстояния.

Личинки также различаются между собой незначительно, главным образом по размерам (мкм).

	Длина дор- сального щита	Ширина дор- сального щита	Длина ног I	Длина ног II	Длина ног III
<i>L. maculata</i> ....	310	170	315	330	430
<i>L. angustata</i> ...	325	200	285	300	390

У личинки *L. maculata* тело мельче, а ноги длиннее, чем у *L. angustata*. Особенно это заметно по относительным размерам задних ног: у *L. maculata* они длиннее дорсального щита более, чем на треть, у *L. angustata* — менее, чем на четверть. Сам дорсальный щит у *L. maculata* более вытянут, чем у *L. angustata* (см. рисунок, *Д*, *Е*). При этом следует учесть, что материал для сравнения получен в одном и том же месте (прибрежье Рыбинского водохранилища близ пос. Борок) в одно и то же время (август 1976 г.).

Самым существенным для различения этих двух видов оказалась их биология. Личинки *L. maculata* паразитируют на комарах сем. *Chironomidae* [4]. Личинки *L. angustata*, как установлено нами, превращаются в нимф, не выходя из-под общего покрытия яйцекладки.

Известно [1], что не все личинки рода *Limnesia* паразитируют. Большинство из них превращается в нимф, не выходя из яйцекладки. Если же личинка выходит в воду, то, поплавав непродолжительное время, линяет, не приступая к паразитированию. Вопрос о том, выходит ли такая личинка из яйцекладки или нет, нам кажется второстепенным, так как в обоих случаях она не питается и находится в одном и том же физиологическом состоянии. Другое дело — паразитирующие личинки. Потребление пищи приводит их в иное физиологическое состояние, поэтому наличие или отсутствие паразитирования позволяет говорить о различных жизненных циклах. А это в свою очередь

дает нам право утверждать, что виды с неодинаковым циклом развития суть различные виды. В связи с этим мы полагаем, что *L. maculata* и *L. angustata* - разные виды.

Различия в строении личинок этих видов тесно связаны с их биологией: непаразитирующие личинки *L. angustata* кругнее и ноги у них короче, чем у паразитических *L. maculata*. Увеличение тела и, следовательно, увеличение его энергетических ресурсов компенсируют отсутствие личиночного питания. Укороченность ног сигнализирует об ослабленной способности к плаванию и поискам хозяина.

### Литература

1. Вайнштейн Б.А. Материалы по биологии и систематике водяных клещей (*Hydrachnellae*). VI. Личинки *Limnesia Hydrovolzia*. - В кн.: Планктон и бентос внутренних водоемов. М.-Л., 1966, с. 192-198.
2. (Соколов И.И.) Sokolow I. Beiträge zur Kenntnis der Hydracarinae Sibiriens. - Arch. Hydrobiol., 1930, Bd. 22, S. 306-350.
3. Lundblad O. Die Hydracarinae Schwedens. II. - Arkiv Zool., 1966, S. 2, Bd. 14, N 1. 635 S.
4. Sparing I. Die Larven der Hydrachnellae, ihre parasitische Entwicklung und ihre Systematik. - Parasitol. Schriftenreihe, 1959, H. 10. 168 S.
5. Viets K. Die Milben des Süßwassers und des Meeres. Bd. 1-2. Jena, 1956. 870 S.

Институт биологии  
внутренних вод. АН СССР

---

П.В. Тузовский

### НОВЫЕ НАХОДКИ ВОДЯНЫХ КЛЕЩЕЙ (HYDRACHNELLAE, ACARIFORMES) ИЗ ПРОТОЧНЫХ ВОДОЕМОВ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛ.

В Ярославской обл. фауна водяных клещей проточных водоемов подробно исследована лишь в Некоузском районе [2]. Сборы, проведенные автором в 1974-1975 гг. в реках и ручьях других районов, позволили выявить ряд новых для области видов, список которых приводится ниже.

*Thyas barbiger* Viets, 1908. Самец и самка. Май и октябрь 1975 г. Р. Сить.



- Th. palustris* Koenike, 1912. Самка, 10 октября 1974 г.  
Р. Сить.
- Thyopsis cancellata* (Protz, 1896). Самец, 25 июля 1975 г. Р. Каменка у с. Сить-Покровское Брейтовского района.
- Sprechon clupeifer* Piersig, 1896. Самки, самцы, нимфы. Май-октябрь. Реки Сить, Сара.
- Sperchonopsis verrucosa* (Protz, 1896). Самки, самцы. Август-октябрь. Р. Сить и ее приток р. Каменка.
- Lebertia ignatowi* Sokolow, 1930. Самки, самцы. Июль-октябрь. Реки Сить, Каменка, Сара.
- L. gladiator* Thor, 1913. Самка, 25 июля 1974 г.  
Р. Каменка.
- Oxus angustipositus* Viets, 1908. Самки, самцы, нимфы. Май-октябрь. Реки Сить, Сара, Каменка.
- O. longisetus* (Berlese, 1886). Самка, 10 июня 1975 г.  
Р. Сить.
- Limnesia koenikei* Piersig, 1894. Самки, самцы, нимфы. Реки Сить, Сара, Каменка. Взрослые клещи с мая по октябрь, нимфы в июле-августе.
- Hygrobates calliger* Piersig, 1896. Самцы, самки, нимфы. Наиболее массовый вид в р. Каменке. В небольшом количестве в реках Сить и Сара. Апрель-октябрь.
- H. sokolowi* Thor, 1927. Самцы, самки. Июль-август.  
Р. Сить.
- H. fluviatilis* (Ström, 1768). Самки, самцы, нимфы. Май-октябрь. Реки Сить, Каменка.
- Atractides nodipalpis* (Thor, 1899). Самки, самцы. Июнь-август. Р. Каменка.
- A. rectipes* (Sokolow, 1934). Самки. Май-октябрь. Реки Сить, Сара, Каменка.
- Neumania martynowi* Sokolow, 1931. Самки, самцы, нимфы. Август. Р. Сара и ручей, впадающий в р. Которосль близ базы отдыха Ярославского завода топливной аппаратуры.
- N. papillosa* (Soar, 1902). Самки, самцы. Август.  
Р. Сара.
- Unionicola gracilpalpis* Viets, 1908. Самец, самка. 5 августа 1975 г. Р. Сара.
- Pionacercus norvegicus* Thor, 1898. Самка, 25 мая 1974 г. Р. Сить.
- Forelia brevipes* Neuman, 1880. Самки, самцы, нимфы. Май-октябрь. Реки Сить, Сара.
- Wettina podagrica* (Koch, 1837). Самка, самец, нимфы. 2 августа 1975 г. Ручей, впадающий в оз. Сомино.
- Aturus natagensis* Protz, 1900. Самки, самцы. Май-октябрь. Р. Каменка.
- Axonopsis serrata* (Walter, 1928). Самки, самцы. 4-5 августа 1975 г. Р. Сара.

*Ljania bipapillata* Thor, 1898. 2 самки. 23 августа и 10 октября 1974 г. Р. Каменка.

*Torrenticola amplexa* (Koenikei, 1908). Самки, самцы, нимфы. С мая по октябрь. Р. Каменка.

*Krendowskia latissima* Piersig, 1895. Нимфы, самки, самцы. 4-5 августа 1975 г. Р. Сапа.

Из 26 видов *W. podagrica* и *A. serrata* впервые приводятся для фауны СССР. Описанная по самке *N. martynowi* была известна только из Уссурийского края [3]. Вторично обнаружены на территории СССР *L. bipapillata* и *P. norvegicus*: первый ранее найден в р. Печора [1], второй - в окрестностях Борка Некоузского района.

### Литература

1. Соловкина Л.Н., Цембер О.С. Материалы по водяным клещам главных рек Коми АССР. - Тр. Коми филиала АН СССР, 1971, № 22, с. 110-117.
2. Тузовский Л.В. Распределение водяных клещей в зоне временного затопления Рыбинского водохранилища и прилегающих водоемах. - В кн.: Биология и продуктивность пресноводных беспозвоночных. Л., 1974, с. 202-229.
3. Sokolow J.J. Beitrage zur Kenntnis der Hydracarina-fauna des Ussuri-Gebiets. I. Hydracarina der stehenden Gewässer. - Zool. Jahrb., Syst., 1931, Bd. 61, N 4, p. 453-522.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

А.И. Шилова, Г.А. Соколова

### К ФАУНЕ ХИРОНОМИД (DIPTERA, CHIRONOMIDAE) СТОЯЧИХ ВОДОЕМОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛ.

Материалом для настоящего сообщения послужили хирономиды (около 1000 ♂♂), собранные в мае-июле 1965 г. в Свердловской обл. на берегах оз. Шарташ и Верх-Исетского водохранилища, расположенных близ Свердловска.

Оз. Шарташ евтрофного типа, площадью 719 га, питается преимущественно атмосферными осадками, а также ключевыми водами и незначительным стоком небольших ручейков, вытекающих из окружающих болот. Средняя глубина 3,6 м, максималь-

ная - 6 м. Дно покрыто слоем сапропеля. Вдоль восточного и южного берегов до глубины 2 м каменисто-песчаные грунты. Остальная литораль до глубины 2,8 м сплошь покрыта обширными зарослями элодеи или рдеста.

Верх-Исетское водохранилище мезотрофного типа, площадью 1440 га, используется для водоснабжения Свердловска, питается в основном водами р. Исети. Средняя глубина 2 м, максимальная - 5 м. Грунты песчаные и илистые.

Собранные хирономиды (22 вида) относятся к двум подсемействам - Chironominae и Tanytarsinae. 3 вида удалось определить только до рода: Chironomus - 2, Tanytarsus - 1. Остались не определенными 2 вида из подсем. Tanytarsinae. Преобладают представители Chironominae, из них 4 вида - Endochironomus intextus (Walk.), Tanytarsus niger Anders, Paratanytarsus dimorphis Reiss, Parachironomus tenuicaudatus Mall. - впервые указываются для фауны СССР. E. intextus и T. niger - массовые виды.

Все виды обычны для стоячих водоемов Европы, большинство широко распространенные.

1. Chironomus plumosus L. 8 ♂♂, 6 VII. Верх.-Исетское водохранилище.
2. Ch. anthracinus Zett. 1 ♂, 30 V. Оз. Шарташ.
3. Cryptochironomus obreptans (Walk.). 1♂, 10 VII. Оз. Шарташ.
4. Cr. ussouriensis G. 6 ♂♂, 6 VII. Верх.-Исетское водохранилище.
5. Cryptocladopelma virescens (Mg.). 1♂, 6 VII. Верх.-Исетское водохранилище.
6. Cr. viridula F. 1♂, 10 VI. Оз. Шарташ.
7. Endochironomus albipennis (Mg.). 2 ♂♂, 30 V; 3 ♂♂, 10 VI. Оз. Шарташ.
8. En. intextus (Walk.). В массе 30 V, 10 VI. Оз. Шарташ.
9. Einfeldia carbonaria (Mg.). 2 ♂♂, 9 VII. Верх.-Исетское водохранилище.
10. Limnochironomus lobiger K. 3 ♂♂, 10 VI. Оз. Шарташ.
11. Parachironomus tenuicaudatus Mall. 10 ♂♂, 10 VI. Оз. Шарташ.
12. Polypedilum bicrenatum K. 14 ♂♂, 14 VII. Оз. Шарташ.
13. P. nubeculosum (Mg.). 10 ♂♂, 10 V. Оз. Шарташ.
14. Cladotanytarsus mancus (Walk.). 3 ♂♂, 10 VI. Оз. Шарташ.
15. Corynocera ambigua Zett. 9 ♂♂, 12 V. Оз. Шарташ.
16. Paratanytarsus dimorphis Reiss. 2 ♂♂, 16 V; 2 ♂♂, 10 VI. Оз. Шарташ.
17. P. laetipes Zett. 1 ♂, 10 VI. Оз. Шарташ.
18. Tanytarsus holochlorus Edw. 11 ♂, 3 VII. Верх.-Исетское водохранилище.

19. *T. niger* Anders. В массе, 12 V, 16 V. Оз. Шарташ.
20. *T. lestagei* G. 3 ♂♂, 10 VI - оз. Шарташ, 1 ♂, 9 VII  
Верх.-Исетское водохранилище.
21. *T. sylvaticus* v.d.Wulp. 2 ♂♂, 16 V. Верх.-Исетское  
водохранилище.
22. *Tanypus punctipennis* (Mg.). 1 ♂, 9 VII. Верх.-Исетс-  
кое водохранилище.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР  
Свердловский  
сельскохозяйственный институт

---

Л. К. М а л и и н, А. Г. П о д д у б н ы й,  
А. М. С в и р с к и й

#### ПОВЕДЕНИЕ СУДАКА ВО ВРЕМЯ НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ В ВЕРХОВЬЯ ПРИТОКОВ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Для уточнения мест нереста судака и изучения его миграционного поведения проводились телеметрические наблюдения в рр. Сутке и Ильди в течение 3 лет в конце апреля-начале мая. Отловленные сетями и отобранные для мечения нетравмированные особи размером 50-60 см 1-3 дня выдерживались в садках, погруженных на глубину 3-4 м. Методика мечения и прослеживания подопытных рыб описана ранее [3]. Всего было помечено более 40 особей.

По характеру перемещений у судака выделяются две группы: 1) после выпуска активно мигрировала вверх по течению - 14 рыб; 2) перемещалась вплоть до окончания работы передатчиков (более 2 суток) только в районе выпуска, переходя с русел на участки затопленной поймы, либо скатывалась в низовья реки - 26 рыб. Особи первой группы двигались вверх в местах с глубиной более 4-5 м. Поднявшись на расстояние 1.0-2.0 км, они прекращали миграцию и переходили с русел на прибрежные песчаные гряды с большим количеством затопленных пней.

Пересадка меченых рыб из одной реки в другую показала, что из 14 рыб ошиблись в выборе своей реки только две особи. Это подтверждает наличие у судака инстинкта возвращения на прежние нерестилища, установленное методом массового мечения [3]. Определение физико-химических свойств воды в рр. Сутке и Ильди не выявило каких-либо существенных различий в водах этих рек.

Количество отловленного судака в пересчете на одну сеть и температура воды в мае 1972 г.

Дата	Число отловленных рыб в р. Сутке	Число отловленных рыб в р. Ильдъ	Температура, °С
3	1	0	8,5
4	0	1	9,0
5	1	0	10,0
6	2	1	10,0
7	2	2	10,5
8	3	1	11,0
9	2	2	11,5
10	0	0	9,0
11	0	0	8,5
12	0	0	9,0
13	0	1	9,5
14	1	0	10,0
15	1	2	10,5

Биологический анализ 37 рыб показал, что первыми на нерест в верховья идут самцы (стадия зрелости Ш-ІУ, ІУ). После прогрева воды начинается ход самок. Известно, что миграционная активность судака в значительной степени определяется температурой воды [1]. Судя по промысловым уловам, массовый заход судака из водохранилища в рр. Сутку и Ильдъ начинается еще при ледоставе. Рыба длительное время находится в низовьях притоков и только после прогрева воды до 7-9° начинает подъем непосредственно на нерестилище. Резкое похолодание вызывает замедление миграции или ее временное прекращение. Особенно отчетливо это проявилось в мае 1972 г. За первые 6 дней месяца температура воды повысилась с 9 до 11,5° (р. Сутка). В это время судак активно поднимался вверх по течению. Это наблюдалось по сетным уловам (см. таблицу) и по результатам прямых наблюдений. К 10 мая после сильного снегопада температура воды снизилась на 3°. Вплоть до очередного потепления в сеть не попало ни одного судака, а меченые особи большую часть этого времени находились неподвижно на русле или скатились в низовья реки. Восстановилась двигательная активность судака только после очередного прогрева воды до 9,5-10°. Мы не обнаружили достоверных различий в активности судака в зависимости от облачности, атмосферного давления, осадков. При температуре более 10° судак активно поднимался вверх по течению и в безоблачные дни, и при сплошной облачности, и даже в дождь.

Скорость подъема меченого судака сравнительно невелика и лишь в редких случаях превышает 0,1 м/сек. За сутки рыба

поднимается вверх по течению относительно берега на 0,5–1,0 км, фактический ее путь примерно в 1,5–2 раза больше за счет многочисленных поворотов и возвратов назад.

Активность отдельных особей варьировала в значительных пределах, но в целом определились 2 максимума двигательной активности, приходящиеся на утренние и вечерне-ночные часы. В 1973 г. несколько раз отмечалось резкое увеличение скорости плавания судака днем, когда за 1–2 часа они преодолевали расстояние до 1 км. В течение суток судак активно подвижен в среднем 6 час. (у разных рыб 4–11 час.).

Сравнивая эти данные с результатами летних наблюдений [2], можно отметить, что за небольшим исключением стереотипы поведения судака во время нерестовой миграции и в период нагула сходны.

После прекращения миграции судак не сразу выбирает место для окончательной остановки (предположительно свой нерестовый участок). Длительное время (обычно более суток) он перемещается на прирусловых или прибрежных участках, то поднимаясь вверх, то скатываясь и переходя от одного берега к другому. Район такого поиска охватывает от 0,2 до 0,5 км по длине реки. Скорость поискового движения составляет 0,03–0,05 м/сек. Район поиска характеризуется песчаными грунтами и большим количеством затопленных пней. Температура воды в этот период равна 11–13°.

В ходе наблюдений мы попытались отыскать нерестовые гнезда судака в районах длительного пребывания производителей. Икру обнаружить не удалось, но сетью Кори здесь при прогреве воды до 16–18° были пойманы личинки судака на ранних стадиях развития, еще не способные к самостоятельным перемещениям. Скорость течения в исследованном районе крайне мала, а на некоторых участках вообще не прослеживается, поэтому есть все основания предполагать, что именно здесь судак нерестится.

Таким образом, результаты проведенных наблюдений показывают, что наиболее важным и, возможно, единственным фактором, регулирующим миграционную активность судака в нерестовых притоках, является температура воды.

## Л и т е р а т у р а

1. Захарова Л.К. Материалы по биологии размножения рыб Рыбинского водохранилища. Тр. Биол. ст. „Борок“, 1955, вып. 2, с. 200–265.
2. Малинин Л.К. Домашние участки и фактический путь рыб в речном плесе Рыбинского водохранилища. – В кн.: Биология и физиология пресноводных организмов. Л., 1971, с. 158–165.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

О.Ф. Кондрацова

## О ДВУХЛЕТНЕЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В МНОГОЛЕТНЕМ ХОДЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

Согласно литературным данным, многолетние колебания осадков [1, 2] и стока рек [5, 6] несут в себе элементы квазидвухлетней ритмики. В частности, в монографии О.А. Дроздова и А.С. Григорьевой [2], посвященной исследованию многолетней цикличности колебаний осадков на территории СССР, отмечается, что 2-летний цикл проявляется в колебаниях осадков почти повсеместно, но с очень незначительной амплитудой.

В данной работе предпринята попытка выявить наличие и определить особенности 2-летней вариации в многолетних колебаниях атмосферных осадков европейской части СССР, где эта циклическая составляющая хорошо выражена в колебаниях стока рек [6].

Поскольку искомый цикл представляется закономерностью, характерной для достаточно больших территорий, то в качестве исходного материала взяты осредненные по площади данные. Они, с одной стороны, должны отражать в своем ходе все основные особенности временных рядов, по которым выполнено осреднение, а с другой — лишены мелкомасштабных колебаний, обусловленных местными физико-географическими условиями отдельных станций [3].

Материал для исследования позаимствован из монографии Р.Ф. Батталова [1]. Используя метод разностных интегральных кривых, полученных для 113 станций ЕТС, он выполнил районирование всей территории по характеру колебаний осадков. При этом для каждого из районов приводятся средние модульные коэффициенты сумм осадков за год, за теплый и холодный периоды в отдельности. Длина рядов 72 года (1891–1962 гг.).

Поля модульных коэффициентов атмосферных осадков были подвергнуты разложению по естественным ортогональным функциям (метод главных компонент) [7]. Результаты разложения оказались сходными между собой, что свидетельствует о их высокой устойчивости (см. таблицу).

Относительно небольшая сходимость разложения (70% дисперсии обеспечивается лишь 4 первыми векторами разложения)

j	Теплый период			Холодный период			Годовые суммы		
	$\lambda_j$	$\frac{\lambda_j}{\frac{1}{16} \sum_1^{16} \lambda_j}, \%$	$\frac{\sum_1^{16} \lambda_j}{\sum_1^{16} \lambda_j}, \%$	$\lambda_j$	$\frac{\lambda_j}{\frac{1}{16} \sum_1^{16} \lambda_j}, \%$	$\frac{\sum_1^{16} \lambda_j}{\sum_1^{16} \lambda_j}, \%$	$\lambda_j$	$\frac{\lambda_j}{\frac{1}{16} \sum_1^{16} \lambda_j}, \%$	$\frac{\sum_1^{16} \lambda_j}{\sum_1^{16} \lambda_j}, \%$
1	0,240	30,0	30,0	0,385	34,3	34,3	0,163	33,3	33,3
2	0,151	18,9	48,9	0,185	16,6	50,9	0,071	14,6	47,9
3	0,127	15,9	64,8	0,149	13,3	64,2	0,062	12,7	60,6
4	0,064	7,9	72,7	0,096	8,6	72,8	0,047	9,6	70,2
5	0,046	5,7	78,4	0,066	5,9	78,7	0,029	5,7	75,9
6	0,033	4,1	82,5	0,057	5,1	83,8	0,023	4,6	80,5
7а	0,027	3,3	85,8	0,041	3,7	87,5	0,018	3,7	84,2
7б	0,023	2,9	88,7	0,032	2,9	90,4	0,017	3,5	87,7
8	0,019	2,4	91,1	0,025	2,2	92,6	0,013	2,7	90,4
16	0,004	0,5	100	0,004	0,4	100	0,002	0,4	100

указывает на относительное разнообразие причин, влияющих на количество выпадающих осадков и обуславливающих их локальную изменчивость. Тем не менее поля 4 главных векторов дают представление об основных, наиболее общих чертах изменения осадков над ЕТС. Так, поля 1-го вектора демонстрируют изменение осадков с севера на юг, т.е. отражают одну из главнейших закономерностей в распределении осадков над данной территорией – их зональность [4]. Кроме того, они обнаруживают асинхронность в ходе осадков между крайним северным (1-й район – по Батталову) и более южными районами.

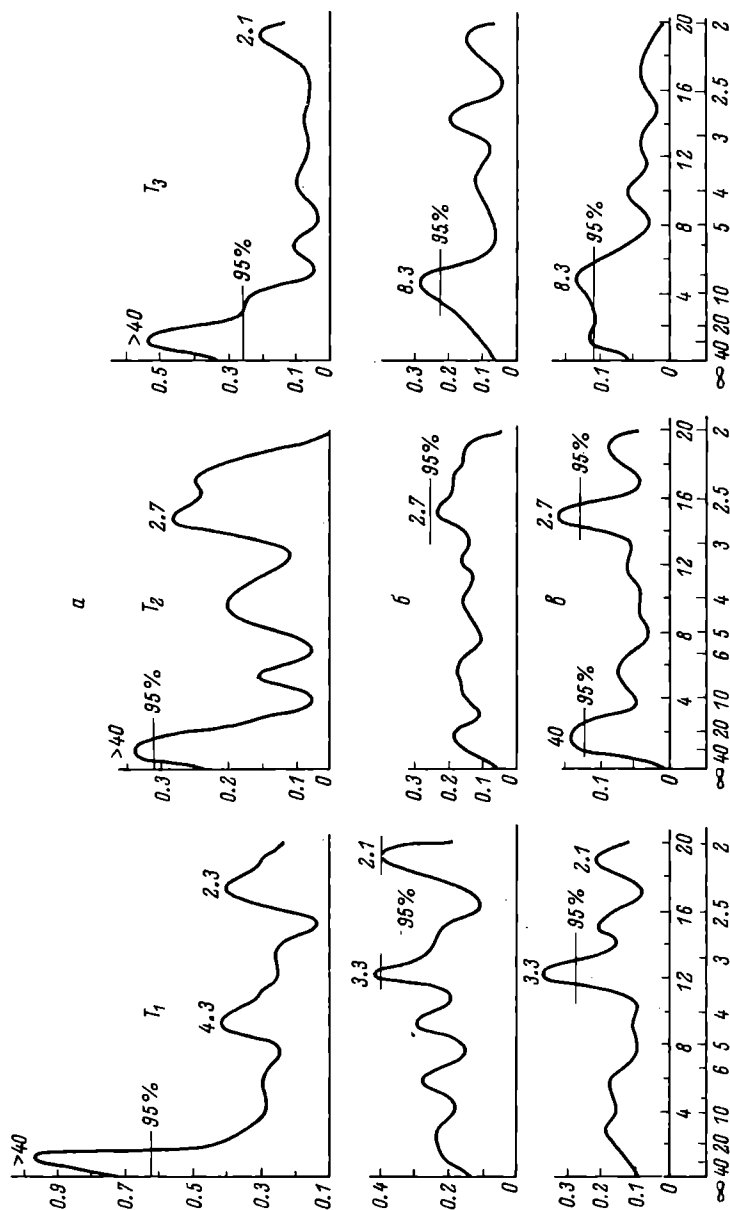
Зональность в распределении осадков сохраняется и в полях 2-го вектора. Особенно хорошо она видна по данным осадков за теплый период года. Здесь „0” изолиния, спускаясь значительно южнее, чем в поле 1-го вектора, проходит вблизи параллели 50°.

Поля 3-го вектора, близкие по дисперсии к полям 2-го вектора, имеют по 2 очага, противоположных основному ходу осадков: один в районе засушливого юго-запада ЕТС, второй – на Подольско-Приднепровской возвышенности (14-й и 15-й районы – по Батталову).

Характер временных изменений поля осадков анализировался по коэффициентам разложения, которые являются случайными функциями времени.

Спектральный анализ коэффициентов разложения показал, что в многолетних изменениях основных пространственных закономерностей распределения осадков над ЕТС имеются цикличес-





Спектры временных коэффициентов разложения полей модульных коэффициентов атмосферных осадков.

*a* - за холодный период года, *б* - за теплый период года, *в* - за год в целом. По оси ординат - спектральная плотность; по оси абсцисс: сверху - условная частота, снизу - годы.

ские вариации с 95%-м уровнем обеспеченности (см. рисунок,  $T_1-T_3$ ). Основными циклами в изменчивости осадков за теплый период и за год в целом представляются 2- и 3-летний циклы. Это характерно как для 1-го, так и для 2-го векторов. В колебаниях поля, отражаемого 3-м вектором, ведущее место принадлежит 8,5-летней вариации. В ходе коэффициентов разложения осадков за холодный период года ведущую роль занимает циклическая вариация с периодом 40-50 лет. Хорошо выраженная в зимних осадках, эта составляющая в летних осадках проявляется лишь в изменениях временных коэффициентов разложения 4-го вектора. Однако определить более точно период этой вариации не представляется возможным из-за недостаточной для этого длительности исходных рядов. Наряду с длинноволновой вариацией у зимних осадков имеется и тенденция к 2- и 4-летней циклическостям.

Таким образом, анализ атмосферных осадков ЕТС позволяет перейти к следующим выводам: а) основной закономерностью в распределении осадков над исследуемой территорией является их зональная асинхронность; б) колебания поля осадков ЕТС во времени содержат в себе хорошо выраженные циклические составляющие с периодами 2, 3, 8 и 40-50 лет. Среди них 2-летняя составляющая занимает одно из ведущих мест в колебаниях поля осадков за теплый период года. В изменениях осадков за холодный период года эта вариация развивается на фоне характерной для этого периода 40-50-летней циклической вариации. Для годовых сумм осадков наиболее значимой представляется 3-летняя, затем по степени убывания значимости идут 2-, 40-50- и 8-летняя составляющие.

### Литература

1. Батталов Р.Ф. Многолетние колебания атмосферных осадков и вычисление норм осадков. Л., 1968. 183 с.
2. Дроздов О.А., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. Л., 1971. 158 с.
3. Ефремова Н.И. О некоторых особенностях режима осадков на Европейской территории СССР в связи с колебаниями климата. - Тр. Главной геофиз. обсерв., 1974, вып. 316, с. 136-149.
4. Жаков С.И. К объяснению основных закономерностей распределения осадков на территории СССР. - Докл. отд. Геогр. об-ва СССР, 1973, с. 16-31.
5. Калинин Г.П., Давыдова А.И. Циклические колебания стока рек Северного полушария. - В кн.: Проблемы речного стока. М., 1968, с. 9-23.
6. Кондрацова О.Ф., Смирнов Н.П. Квазидвухлетняя вариация в стоке рек СССР. - Изв. Всесоюз. геогр. об-ва, 1973, № 2, с. 149-160.

7. Мещерская А.В., Руховец, Л.В., Юдин М.И., Яковлева Н.И. Естественные составляющие метеорологических полей, Л., 1970. 199 с.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Б.И. Новиков

## ВЛИЯНИЕ ЗАТОПЛЕННЫХ ПОЧВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ

Создание водохранилищ на равнинных реках приводит к затоплению значительных участков суши с различным почвенным покровом. Тем самым во внутриводоемный процесс обмена веществ включается значительное количество химических элементов, содержащихся в почве. Указанный процесс осуществляется в системе затопленные почвы-донные отложения-водные массы. Наиболее он изучен для последних двух компонентов [2, 4]. Под воздействием гидродинамических процессов происходит прямой переход вещества затопленных почв в состав отложений. С момента образования устойчивого слоя отложений можно предполагать возможность диффузионного обмена и переноса вещества грунтовыми растворами. Направленность и интенсивность этих явлений почти не изучена, но высокая адсорбционная способность илов [1] позволяет предполагать возможность перемещения химических элементов из почв в илы.

Цель настоящей работы - характеристика влияния затопленных почв на химический состав илов, сформировавшихся на их поверхности. Первый шаг в решении этой задачи сделал С.М. Драчев [3], в работе которого сопоставлено содержание химических элементов в илах и подстилающих их почвах на участках Клязьминского и Рыбинского водохранилищ. Илы каждого водохранилища оказались по своему составу значительно ближе к подстилающим почвам, чем между собой, что свидетельствует о существенной роли местных почв в формировании отложений.

Отделом гидрологии Института гидробиологии АН УССР в 1972 и 1973 гг. проведены детальные съемки грунтов Киевского и Кременчугского водохранилищ. Для этого трубкой ГОИН отбирались колонки грунта (12 на Киевском водохранилище и 24 на Кременчугском), включавшие илы и подстилающие их почвы. Последние представляли собой оподзоленные супеси, суглинки и торфяно-болотистые почвы. Мощность иловых отложений

Таблица 1

Химический состав илов и затопленных почв, % сухого вещества

Элемент	Киевское водохранилище				Кременчугское водохранилище								Рыбинское водохранилище		Клязьминское водохранилище	
	супеси		суглинки		супеси		суглинки		торфяно-болотистые		подзолисто-глеевые		аллювиально-подзолистые			
	ил	почва	ил	почва	ил	почва	ил	почва	ил	почва	ил	почва	ил	почва		
Потеря при прокаливании	5.65	3.72	6.36	4.58	6.33	5.86	6.70	4.82	11.32	24.96	16.50	14.10	5.10	3.66		
	71.0	77.62	69.07	75.899	80.21	83.47	79.74	83.18	73.05	60.24	68.70	67.90	75.23	76.91		
	3.60	1.50	3.02	2.57	1.63	1.34	2.09	1.44	2.08	1.43	2.84	4.03	3.00	2.99		
	4.72	4.14	7.88	7.26	6.17	5.09	6.57	5.07	7.26	3.94	8.80	10.30	10.16	9.58		
	0.07	0.07	0.08	0.05	-	-	-	-	-	-	0.08	0.06	0.06	0.09		
	0.34	0.38	0.46	0.49	0.42	0.31	0.45	0.42	0.48	0.31	0.54	0.58	0.78	1.92		
	0.30	0.31	0.35	0.25	0.16	0.14	0.17	0.12	0.18	0.18	0.25	0.26	0.22	0.25		
	0.51	0.37	0.30	0.16	0.62	0.53	0.56	0.37	0.56	0.61	0.85	0.54	0.22	0.14		
	3.43	3.68	1.46	0.89	1.39	1.50	1.26	1.52	1.57	1.00	1.09	0.81	1.25	1.07		
	0.55	0.82	0.59	0.41	0.65	0.58	0.69	0.56	0.66	0.52	0.70	1.11	1.11	1.06		
MgO	0.55	0.62	0.58	0.58	0.53	0.54	0.59	0.70	0.67	0.67	0.50	0.49	1.29	1.20		
	1.63	1.70	1.66	1.66	1.08	0.91	1.01	1.27	1.23	0.76	1.32	1.35	1.86	1.86		
	3.40	1.75	4.18	2.90	2.26	1.92	2.37	1.24	5.27	7.68	-	-	-	-		
C	0.71	0.65	0.98	0.81	0.26	0.20	0.27	0.17	0.40	0.88	-	-	-	-		

Примечание. По Рыбинскому и Клязьминскому водохранилищам приведены данные С.М. Драчева [3].

Таблица 2

Средние отношения показателей химического состава илов и затопленных почв водохранилищ

Элемент	Отношение содержания ил/почва, доли ед.				
	оподзолен- ные супеси	суглинки	торфяно- болотис- тые	аллювиаль- но-подзо- листые	подзо- листо- глеевые
Потеря при про- калива- нии	1.4	1.5	0.4	1.4	1.2
SiO <sub>2</sub>	0.9	1.0	1.5	1.0	1.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.8	1.2	2.4	1.0	0.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.2	1.1	2.8	1.1	0.8
MnO	1.0	1.1	-	0.7	1.3
TiO <sub>2</sub>	1.1	1.0	1.8	0.4	0.9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.1	1.2	2.1	0.9	1.0
SO <sub>3</sub>	1.4	1.3	2.3	0.6	1.6
CaO	0.9	1.2	1.6	1.2	1.3
MgO	1.1	1.3	1.7	1.0	0.6
Na <sub>2</sub> O	1.0	1.1	2.7	1.1	1.0
K <sub>2</sub> O	1.1	1.0	2.2	1.0	1.0
C	1.7	1.7	0.8	-	-
N	1.0	1.3	0.3	-	-

Примечание. По аллювиально-подзолистым и подзолисто-глеевым почвам приведены данные С.М. Драчева [3].

в точках отбора проб не превышала 20 см. Из каждой колонки отбирались пробы ила и почвы, в которых определялось валовое содержание химических веществ, осредненное для участков почв каждого типа (табл. 1). В илах больше исследованных элементов, чем в затопленных почвах, что хорошо согласуется с различием их гранулометрического состава. Различие в содержании отдельных элементов в почвах разных типов четко прослеживается и в илах, сформировавшихся на поверхности этих почв. Эта закономерность наблюдается не только на разных водохранилищах, но и на участках почв различных типов в пределах одного водохранилища. Таким образом, натурные исследования еще раз показали, что затопленные почвы существенно влияют на химический состав иловых отложений.

Для оценки этого влияния были рассчитаны отношения валового содержания химических элементов в системе ил-почва

(табл. 2). Для участков дна с супесчаными, суглинистыми, аллювиально-подзолистыми и подзолисто-глеевыми почвами значения этих отношений изменяются незначительно. На участках с торфяно-болотистыми почвами содержание углерода, азота и потери при прокаливании в илах заметно меньше, а количество других химических элементов значительно больше, чем в почвах. Это обусловлено тем, что продукты распада растительных остатков слабо диффундируют в отложения. Обогащение же илов другими элементами, которых мало в почвах, происходит в результате трансседиментационных процессов и адсорбции из водных масс.

Результаты проведенных исследований не могут считаться исчерпывающими, так как не охватывают все типы почв, которые могут оказаться в зоне затопления. Недостаточно ясным остается и процесс влияния почв на химический состав отложений. Однако полученные данные достаточно уверенно свидетельствуют о существовании такого влияния, а рассчитанные отношения валового содержания могут быть использованы для ориентировочной оценки состава отложений во вновь сооружаемых водохранилищах по сведениям о почвенном покрове зоны затопления.

#### Литература

1. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М., 1970. 300 с.
2. Денисова А.И., Нахшина Е.П., Паламарчук И.К. Роль донных отложений в процессах самоочищения и самозагрязнения водоемов. — В кн.: Самоочищение, биопродуктивность и охрана водоемов и водотоков Украины. Киев, 1975, с. 86–87.
3. Драчев С.М. Химический состав донных отложений и затопленных почв. — В кн.: Абиотические факторы биологического круговорота в водоемах. Л., 1971, с. 3–7.
4. Курдин В.П., Зиминова Н.А. Изменение количества органического вещества в илистых отложениях Рыбинского водохранилища. — В кн.: Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах. Л., 1968, с. 87–91.

Институт гидробиологии АН УССР

## ЛЕТУЧИЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕР ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛ.

В июле 1974 г. мы обследовали 7 озер в юго-западной части Ярославской обл. Наряду с изучением гидрологических, гидрохимических и микробиологических характеристик [2] определялось содержание летучих жирных кислот в донных отложениях, что представляет собой продолжение проводимых нами исследований содержания и скорости оборота этих кислот в донных отложениях водоемов разного типа в связи с изучением кругооборота метана в водоемах.

Пробы илов отбирали на крупных озерах Неро и Плещеево в трех точках: в центре озера, у населенных пунктов и в прибрежной части. На остальных озерах (Вашутинское, Рюмниковское, Сомино, Чашницкое, Савельевское) – в центральной части. Определялись следующие характеристики: 1) влажность ила – высушиванием при температуре 105° до постоянного веса; 2) содержание органического вещества как потеря при прокаливании воздушно-сухого ила при 550°; 3) деструкция органического вещества ила за счет аэробных процессов – по изменению содержания кислорода в изолированном над илом объеме воды (методика Гамбаряна, видоизмененная В. И. Романенко [5]); 4) количество органических кислот – методом отгонки их из илов с водяным паром с конечным хроматографированием в виде гидроксамовых производных [4].

Общая характеристика донных отложений исследованных озер приводится по сборнику „Озера Ярославской области и перспективы их хозяйственного использования“ [3].

Дно евтрофного оз. Неро покрыто мощным слоем черного с коричневым оттенком сапропеля, который, по типологической характеристике Н. В. Кордэ [1], относится к сапропелям повышенной зольности (к группе собственно сапропелей по этой характеристике относятся озерные осадки, содержащие более 50% органики).

Грунты мезотрофного оз. Плещеево песчаные в прибрежной полосе, илистые в более глубоких местах. Отобранные пробы представляли собой тонкий песок (ст. 1 и 3) и темно-серый песчанистый ил. Содержание органического вещества было наименьшим по сравнению с остальными озерами (см. таблицу).

Донные отложения мезотрофного Вашутинского озера преимущественно торфянистые илы, в северо-восточной части встречаются песчанистые илы и иловатые пески. В илах этого озера содержание органического вещества было самым высоким.

Дно мезотрофного оз. Сомино покрыто темно-серым сапропелем, местами перекрываемым торфянистыми илами.

Летучие жирные кислоты в донных отложениях озер Ярославской обл.

Озеро	Влаж- ность ила, %	Потеря при про- калива- нии, %	Наличие муравьи- ной кис- лоты	Содержание кислот, мг на 100 г сухого ила					Сумма кислот, % от органи- ческого ве- щества ила
				уксус- ная	пропио- новая	масля- ная	валериа- новая	капро- новая	
Неро:									
ст. 1 (район при- брежья .....	81	34.5	+	164	1	1	1	3	0.5
ст. 2 (у г. Ростова)	95	41.8	+	494	2	1	4	7	1.1
ст. 3 (центральная часть) .....	90	25.8	+	253	1	2	1	2	1.0
Плещеево:									
ст. 1 (центральная часть) .....	38	2.7	+	46	0.1	0.2	0.2	1	1.8
ст. 2 (у г. Переслав- ля-Залесского) .....	65	6.1	+	10	+	-	-	+	0.2
ст. 3 (район при- брежья) .....	29	1.1	+	8	+	-	-	0.3	0.7
Вашутинское .....	93	66.3	+	508	4	2	2	2	0.8
Сомино .....	91	24.8	+	430	2	5	3	5	1.8
Рюмниновское .....	88	23.7	+	160	0.4	1	1	1	0.7
Чашинское .....	90	34.3	+	122	1	2	1	2	0.4
Савельевское .....	95	55.3	+	600	2	2	3	4	1.1

Примечание, + - наличие кислоты, - - ее отсутствие.



Отложения сапропеля на дне Рюмниковского озера, переходного от олиготрофного к мезотрофному, занимают 91% всей акватории, содержание органического вещества невысокое.

Грунты мезотрофного Чашницкого озера представлены песчанистыми отложениями в восточной части, торфянистыми илами у западного и южного берегов и глинистым сапропелем в центре.

Дно очень небольшого евтрофного Савельевского озера покрыто торфянистым илом, содержащим 55% органического вещества.

Деструкция органического вещества донных отложений за счет процессов аэробного распада наиболее интенсивно происходила в песке ст. 3 оз. Плещеево ( $0.8 \text{ г С/м}^2$  в сутки). В торфянистом иле Вашутинского озера и в сапропеле озер Сомино и Рюмниковское минерализация органического вещества находилась в пределах  $0.2\text{--}0.3 \text{ г С/м}^2$  в сутки. На ст. 2 оз. Плещеево, ст. 1 оз. Неро и в Савельевском она была наименьшей —  $0.03\text{--}0.06 \text{ г С/м}^2$  в сутки. Распад органического вещества в донных отложениях Чашницкого озера шел только за счет анаэробных процессов, так как в придонных слоях воды кислород отсутствовал.

В донных отложениях обследованных озер нами установлено присутствие 6 кислот: муравьиной (определялась качественно), уксусной, пропионовой, масляной, валериановой и капроновой в количестве от 0.2 до 1.8% в пересчете на органическое вещество ила. Наибольшее количество кислот во влажном иле найдено в оз. Сомино (40 мг на 100 г ила), а в пересчете на сухой ил — в Савельевском озере (611 мг на 100 г ила). Наименьшее содержание кислот отмечено в оз. Плещеево — 8.3–47.5 мг на 100 г сухого ила.

Всюду значительно преобладала уксусная кислота: от 96% и выше в сумме кислот без муравьиной. Содержание остальных кислот было на 2–3 порядка ниже и не превышало 0.07% от веса сухого ила. В некоторых случаях их присутствие отмечено в виде следов. Муравьиная кислота зафиксирована во всех пробах.

Наименее разнообразным был состав кислот в донных отложениях оз. Плещеево.

Таким образом, в июле 1974 г. в донных отложениях озер Ярославской обл. обнаружены муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая и капроновая кислоты в суммарном количестве от 3 до 40 мг на 100 г сырого ила. Самое высокое содержание кислот отмечено в торфянистых илах евтрофного Савельевского (0.6% от веса сухого ила) и мезотрофного Вашутинского озер (0.5%), самое низкое — в песчанистых отложениях мезотрофного оз. Плещеево (0.008%).

1. Кордэ Н.В. Типологическая характеристика отложений оз. Неро. – Тр. Лабор. сапропелевых отложений, 1956, вып. 6, с. 145-160.
2. Лаптева Н.А., Монакова С.В. Микробиологическая характеристика озер Ярославской обл. – Микробиол., 1976, № 4, с. 717-721.
3. Озера Ярославской области. Ярославль, 1970. 388 с.
4. Романенко В.И. Количество летучих жирных кислот в илах Рыбинского водохранилища, определенное методом хроматографии. – Бюл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1962, № 13, с. 39-43.
5. Романенко В.И., Романенко В.А. Деструкция органического вещества в иловых отложениях Рыбинского водохранилища. – В кн.: Физиология водных организмов и их роль в круговороте органического вещества. Л., 1964, с. 24-31.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

А.И. Саралов

#### ДИНАМИКА ФИКСАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА В ЕВТРОФНОМ ОЗ. ДОТКАС

В последние годы выявлены некоторые факторы, определяющие динамику биологической фиксации молекулярного азота в водоемах. Шведские исследователи [2], измеряя интенсивность фиксации  $N_2$  в оз. Эркен, установили линейную зависимость между активностью нитрогеназы и общей радиацией. Низкую корреляцию в начале июля и в конце сентября они объясняют изменениями популяции фитопланктона.

Мы поставили перед собой задачу проследить в течение нескольких дней динамику фиксации  $N_2$  фитопланктоном в евтрофном оз. Доткас (Латв ССР) при изменении гидрометеорологических условий. Площадь озера 23 га с глубинами 2-3 м в пелагической зоне. Период наблюдений (июнь-август 1975 г.) характеризовался низкой прозрачностью воды (30 см по диску Секки), высокими значениями рН (8,8-9,5), равномерным прогревом водной толщи (до 19-23°).

В конце июня в планктоне преобладали диатомовые водоросли, синезеленые были уже многочисленны, но достигли массового развития к середине июля. Фотосинтез отмечался до глубины 1 м. Первичная продукция, определяемая кислородным

методом по Винбергу, в июле составляла 15-21 г  $O_2$  на 1 м<sup>2</sup> с 12 до 16 час., а в августе – 7 г  $O_2$  на 1 м<sup>2</sup> за сутки. Общая численность бактерий, учитываемая общепринятым методом Ра-зумова, достигала 9 млн в 1 мл. На агаризованной среде Эшби для азотфиксирующих бактерий при посеве 1 мл воды выросло около 500 колоний азотобактера. Эти показатели характеризуют оз. Доткас как евтрофный водоем.

Азотфиксирующую активность микроорганизмов определяли ацетиденовым методом, предложенным Стюартом с соавторами [3]. Воду из озера отбирали с 8 горизонтов 2-4 раза в сутки – в 6 ч. 30 м., 11 ч. 30 м., 17 ч. 30 м., 23 ч. 30 м. Далее анализы проводили по методике, описанной нами ранее [1]. Коротковолновую радиацию с длиной волны от 0.32 до 2.4 мкм, проходящую на горизонтальную поверхность от солнца, измеряли по 30-40 дискретным показаниям стрелочного гальванометра, питаемого от актинометрического прибора – пиранометра.

Интенсивная фиксация молекулярного азота в оз. Доткас совпала с периодом вегетации *Anabaena flos-aquae* и *A. spiroides*. По мере увеличения численности водорослей с июня (21 июня в трофогенном слое было 4.5 млн кл. в 1 л) до середины июля (100-106 млн кл./л) уровень дневной фиксации  $N_2$  повысился в 7-10 раз, а к середине августа понизился с 151-53 до 26-24 мг N под 1 м<sup>2</sup> за 4 часа, численность азотфиксирующих водорослей была 8.8 млн кл./л.

Высокий уровень азотфиксации отмечался в течение суток во всей водной толще озера (рис. 1). Максимальная нитрогеназная активность (40-120 мкг N в 1 л за 4 часа) наблюдалась в разное время дня иногда на глубине 5 см, а при световом ингибировании – 25 см. В придонном слое она была в 3-15 раз меньше.

Темпы фиксации азота под 1 м<sup>2</sup> в течение суток изменялись лишь в 1.5-2 раза, что, вероятно, определялось малой мощностью фотосинтезирующего слоя, способностью водорослей продолжать фиксировать  $N_2$  после перераспределения по глубине и в некоторой мере присутствием азотфиксирующих бактерий.

С 10 по 19 июля существенных изменений численности синезеленых водорослей не отмечалось. Однако интенсивность фиксации свободного азота менялась в течение указанного периода вслед за изменениями дневной коротковолновой радиации. В пасмурные дни 12-14 июля азотфиксация последовательно снижалась и нарастала в солнечные дни, сменявшие пасмурные, или когда радиация оставалась высокой в течение нескольких дней.

В некоторых случаях (рис. 2) наблюдалось отклонение от линейной зависимости между интенсивностью фиксации  $N_2$  и суточной радиацией. При отношении величин радиации за какой-то день к предшествующему больше 1 уровень нитрогеназной активности несколько ниже ожидаемых значений по линейному

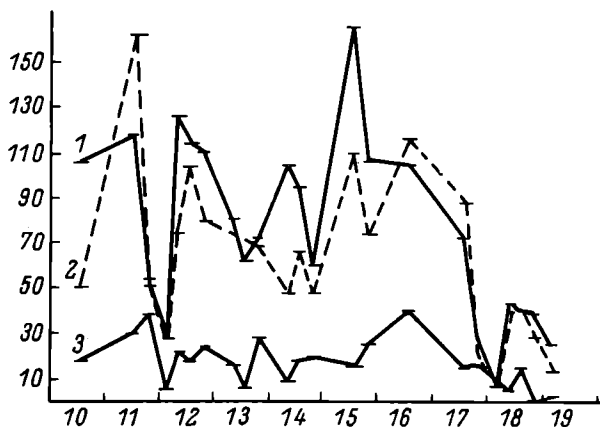


Рис. 1. Динамика фиксации молекулярного азота на разных глубинах в июле.

1 - 0.05 м, 2 - 0.25 м, 3 - 2.5 м. По оси ординат - интенсивность фиксации азота, мкг на 1 л за 4 часа; по оси абсцисс - дата (июль).

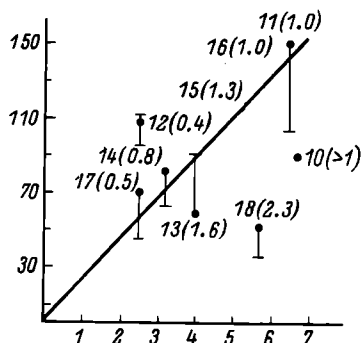


Рис. 2. Соотношение между коротковолновой радиацией и интенсивностью азотфиксации в июле.

Интервалы - регистрированные изменения азотфиксации за день, точки - азотфиксация с 12 до 16 час., числа в скобках - отношение величин радиации за указанное число к предшествующему. По оси ординат - интенсивность фиксации азота, мг N на 1 м<sup>2</sup> за 4 часа; по оси абсцисс - радиация, ккал · 10<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> в сутки.

графику. Напротив, в относительно пасмурные дни отмечена тенденция к завышению активности. Значительные отклонения наблюдались в дни резкой смены метеорологических условий. Например, в солнечный день 18 июля, последовавший за пасмурным, азотфиксация была ниже ожидаемой. Наоборот, в дождливый день 12 июля зарегистрирована достаточно высокая интенсивность фиксации  $N_2$ . Отклонения от линейной зависимости будут минимальными, если сопоставлять активность фиксации  $N_2$  не только с коротковолновой радиацией, падающей на поверхность озера в данные сутки, но и с радиацией в предшествующий день.

Итак, в динамике азотфиксации в евтрофном оз. Доткас прослежены изменения, связанные с уровнем физиологической активности и плотности популяции фитопланктона, повторением дня и ночи и сменой гидрометеорологических условий в течение нескольких дней.

### Литература

1. Саралов А.И., Костяев В.Я. Действие света на фиксацию молекулярного азота синезеленой водорослью *Nannosiphon fontinalis*. - Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1975, № 25, с. 15-17.
2. Lännengren C., Lundgren A., Granhall U. Acetylene reduction and primary production in lake Erken. - Oikos, 1974, vol. 25, N 3, p. 365-369.
3. Stewart W.D.P., Fietzgerald G.P., Burris R.H. In situ studies on  $N_2$  fixation using the acetylene reduction technique. - Proc. Nat. Acad. Sci., U.S., 1967, vol. 58, N 5, p. 2071-2078.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В.Е. Синельников

### СИНТЕЗ ПОЛИМЕРОВ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ, БЛИЗКИХ К ЗАГРЯЗНЕННОМУ ВОДОЕМУ<sup>1</sup>

В воде загрязненных водоемов возможно образование смолистых веществ [3]. В настоящей работе излагаются синтез и

---

<sup>1</sup> Работа выполнена в Институте элементарноорганических соединений АН СССР. Автор благодарен В.А. Сергееву и В.К. Шитикову за руководство и помощь в работе.

Таблица 1

Синтез фенолформальдегидных полимеров в воде при больших концентрациях веществ

Шифр синтезированного олигомера	Исходные соединения, М			Молярные отношения $C_6H_5OH:CH_2O$	Температура реакции, °С	Выход продукта реакции, %		Образующийся продукт
	$C_6H_5OH$	$CH_2O$	$NH_3$			к сумме $C_6H_5OH$ и $CH_2O$	то же с учетом $NH_3$	
ФФП-1	0.5	0.25	0.18	2:1	18-20	33.9	32.2	Смолообразный
ФФП-3	0.1	0.05	0.07	2:1	18-20	5.5	5.0	"
ФФП-4	0.5	0.5	0.10	1:1	18-20	14.0	13.6	Вязкотекучий
ФФП-5	0.5	1.0	0.11	1:2	18-20	15.7	15.3	"
ФФП-6	0.5	1.0	0.9	1:2	17-32	43.9	36.6	Твердый
ФФП-7	0.25	1.0	0.42	1:4	17-30	23.1	23.0	Смолообразный

Таблица 2

Получение фенолформальдегидных полимеров при малых концентрациях исходных веществ

Шифр синтезированного олигомера	Исходные соединения, мМ			Суммарное количество исходных веществ, мМ			Выход продукта реакции, %		Образующийся продукт
							к сумме $C_6H_5OH$ и $CH_2O$	то же с учетом всех продуктов	
	$C_6H_5OH$	$CH_2O$	$NH_3$	$C_6H_5OH$	$CH_2O$	$NH_3$			
ФФО-1	0.01	0.04	0.06-0.12	0.5	2.0	6.0	21.0	6.5	Желтый, вязкий
ФФО-2	0.1	0.4	0.06-0.12	4.0	16.0	3.0	12.0	11.3	"
ФФО-3	1.0	4.0	0.3 -1.2	3.0	12.0	3.0	12.3	11.6	"

результаты исследования свойств продуктов фенолформальдегидного типа, образовавшихся при концентрации исходных веществ, температуре и pH среды, близких к таковым водоемов, загрязненных сточными водами, содержащими фенолы и формальдегид. Мы стремились получить большое количество синтезируемых веществ и найти такие их характеристики, которые можно было использовать при поиске и выделении аналогичных полимеров, из водоема.

Синтез осуществляли в круглодонной колбе емкостью 350 мл, снабженной обратным холодильником и термометром. В колбу наливали 200 мл водопроводной или речной воды и прибавляли фенол: в 1-й серии опытов 0.5–0.1 М, во 2-й – 0.01–1.0 мМ (табл. 1,2). Затем содержимое колбы перемешивали с помощью механической мешалки до полного растворения фенола в воде. После этого прибавляли формальдегид (в 1-й серии опытов 0.05–1.0 мМ, во 2-й – 0.04–4.0 мМ) в форме водного раствора формалина с концентрацией 32.5 весовых процента. После перемешивания реакционной смеси в течение 3–5 мин, определяли pH среды по лакмусовой бумажке, содержание фенола – бромометрически по Колпешауру или при малых концентрациях пиридиноновым методом, формальдегида – сульфидным способом или при малых концентрациях с помощью фенил-гидразина [1]. Каплями добавляли водный раствор аммиака, доводя pH реакционной смеси до значений, близких к 8.0. При соотношении фенола к формальдегиду 1:2 (при высокой концентрации аммиака) и 1:4 наблюдались помутнение раствора и кратковременное выделение тепла, вызванное прибавлением больших количеств  $\text{NH}_3$ .

Дальнейший процесс поликонденсации фенола с формальдегидом проходил при постоянном перемешивании в условиях комнатной температуры (18–20°C) при больших концентрациях реагирующих веществ в течение 48 час., при малых – 144 час. (6 суток). В продолжение синтеза через каждые 4–5 час. определяли pH, содержание фенола и формальдегида в реакционной смеси.

В результате поликонденсации в присутствии аммиака в реакционной колбе в зависимости от соотношения исходных фенола и формальдегида образовывались продукты, различающиеся по внешнему виду: 1) вязкотекучий, темно-коричневый; 2) смолообразный с высокой вязкостью, коричневый; 3) твердый (в сухом виде легко растирающийся), желтый, светло-желтый.

Два видимых слоя (водный и смолообразный) наблюдались в колбе только при высоких концентрациях реагирующих веществ (табл. 1). В этом случае воду сливали методом декантации или с помощью делительной воронки, а смолообразный слой подвергали дальнейшему исследованию.

При малых концентрациях реагирующих веществ (ниже 10 мМ) получить в реакционной массе видимое количество продуктов реакции не удалось, хотя по убыли концентрации исходных веществ можно полагать, что они реагируют между собой. В связи

с этим для их концентрирования и лучшего выделения в реакционную массу добавляли в начале опыта взвешенные вещества в виде сухой тонко растертой глины в количестве 0,5–1,0 г. Такой прием соответствовал поставленной задаче, так как известно, что в воде содержится взвесь мелкодисперсной глины и почвенных частиц. Концентрацию исходных мономеров в реакционной смеси и ее pH определяли после остановки мешалки и полного осаждения взвеси на дне, на что требовалось около 30–45 мин. При проведении синтеза в присутствии глины концентрация исходных фенола и формальдегида падала в 5–12 раз быстрее, чем без нее. Для поддержания заданных концентраций исходных веществ (табл. 2) периодически добавляли новые их количества. Поэтому суммарное количество внесенных фенола и формальдегида было в 40–50 раз выше, чем их заданная концентрация, которая поддерживалась на уровне 0,01–0,1 мМ для фенола и 0,04–0,4 мМ для формальдегида. При концентрациях исходных веществ 1,0 и 4,0 мМ первоначально внесенное количество соединений было в 3 раза ниже общей суммы веществ, внесенных за время опыта. Взвешенные частицы вместе с прилипшей к ним синтезируемой смолой выделяли из реакционной колбы. Процесс освобождения полученного продукта от воды и мономеров состоял в следующем: вязкотекучий или смолообразный продукты промывали дистиллированной водой до отсутствия качественной реакции на фенол. Для удаления воды вязкотекучий продукт обрабатывали абсолютным этанолом и затем сушили при комнатной температуре. Растворимость смолы в этаноле в зависимости от соотношения  $C_6H_5OH:CH_2O$  была различной. Эту процедуру проводили в роторном испарителе: при сушке испарялась азеотропная смесь спирт–вода, а продукт обезжизнялся.

Во время синтеза при концентрациях 0,01 и 0,04 или 1,0 и 4,0 мМ (табл. 2) наблюдалась значительная разница между убылью исходных продуктов и количеством выделенного полимера. При сравнении данных (табл. 1, 2) обращает на себя внимание более значительная разница (при малых концентрациях реагирующих веществ) между выходами продукта реакции с учетом аммиака, фенола и формальдегида и с учетом только двух последних продуктов. Выход продуктов реакции (%) в сутки при больших (серия ФФП) и малых (серия ФФО) концентрациях исходных продуктов с учетом  $C_6H_5OH$ ,  $CH_2O$ ,  $NH_3$  был следующим:

	ФФП-1	ФФП-3	ФФП-4	ФФП-5	ФФП-6	ФФП-7
Большие концентрации	16,1	2,5	6,8	7,6	18,3	11,5
	ФФО-1	ФФО-2	ФФО-3	ФФО-4	-	-
Малые концентрации	1,0	1,9	1,9	-	-	-



Синтез с большими концентрациями реагирующих веществ позволил показать возможность протекания реакции поликонденсации фенола с формальдегидом в мягких условиях в водной среде и изучить образующиеся продукты. Выход продуктов реакции в этих условиях в 2-5 раз ниже, чем при проведении синтеза при высоких температуре и давлении и в агрессивной среде [2]. Эксперимент с осуществлением встречного синтеза в условиях, близких к загрязненному водоему, позволил выявить факторы, способствующие протеканию аналогичных реакций в природе.

С уменьшением концентрации реагирующих веществ выход продуктов поликонденсации снижается, но их синтез не прекращается. Для образования полимерных соединений в условиях водоема, по-видимому, необходимо время, исчисляемое неделями и месяцами, так как для проведения реакции поликонденсации при низких концентрациях исходных веществ оно сильно возрастает. При этом должно соблюдаться постоянное поступление новых порций веществ, из которых образуются продукты поликонденсации. В чистых водоемах фенол и формальдегид (при ПДК 0,001 и 0,05 мг/л) постоянно подвергаются бактериальному разрушению. В таком случае их конденсация не будет происходить или по крайней мере будет ничтожной.

#### Литература

1. Кастерина Т.Н., Калинина Л.С. Химические методы исследования синтетических смол и пластических масс. М., 1963, 284 с.
2. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. М.-Л., 1964, 784 с.
3. Синельников В.Е. К характеристике битумоидов как продуктов полимеризации органических веществ в водоемах. - Гидробиол. ж., 1973, т. 9, № 3, с. 30-37.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

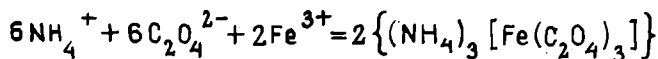
---

И.К. Степанова

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА В ИЛАХ

В почвоведении для извлечения подвижных (аморфных) форм железа и алюминия, способных переходить в растворы при воздействии кислых или хелатных реагентов, широко использу-

ется вытяжка раствором Тамма [1, 4-6, 8]. В нем растворяются также гели соединений марганца. При обработке почвы кислым раствором шавелевокислого аммония (рН 3,2) гели гидроокиси железа переходят в раствор.



При взаимодействии соединений окиси и гидроокиси железа с раствором Тамма максимальное количество железа извлекается после первой обработки пробы. В дальнейшем выход постепенно снижается [8]. В случае применения 3-кратных последовательных вытяжек аморфные формы железа хорошо растворяются в реактиве Тамма (70-99,9% от общего содержания железа) [4]. Дальнейшая обработка экстрактов состоит в их фильтрации и разрушении оксалатного комплекса железа и перешедших в вытяжку органических веществ. Разрушение проводят либо прокаливанием сухого остатка в муфельной печи при 450-500° и обработкой сухого остатка царской водкой или  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ , либо растворением в воде, подкисленной соляной кислотой. Определять железо в оксалатной вытяжке можно и без выпаривания фильтрата после обработки его раствором  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{KMnO}_4$  [6].

Для извлечения гидроокиси железа и марганца из илов мы использовали вытяжку раствором Тамма при рН 3,2, однако громоздкую схему дальнейшей обработки экстракта значительно упростили.

В гидрохимической практике для разрушения органических веществ и органоминеральных соединений в последнее время широко используется один из сильнейших окислителей — персульфат калия [2, 3]. Его применение для разрушения железоорганических соединений и перевода всего железа в ионную колориметрически определяемую форму описано ранее [7].

С целью изучения полноты разрушения оксалатного комплекса железа персульфатом калия аликвотную часть стандартного раствора  $\text{Fe}^{3+}$ , содержащую 1000 мкг  $\text{Fe}^{3+}$ , мы приливали к 100 мл раствора Тамма (этот объем может связать 0,79 г железа) и встряхивали в течение 30 мин. 10 мл полученной вытяжки помещали в кварцевую пробирку, добавляли 1,2 г персульфата калия (расчетное количество персульфата, необходимое для окисления шавелевой кислоты и шавелевокислого аммония, содержащегося в 10 мл раствора Тамма, составляет 1,1 г) и кипятили на водяной бане в течение 1 часа. По охлаждении раствор переносили в мерную колбу на 50 или 100 мл в зависимости от содержания железа, нейтрализовали до рН 2,8-3 и определяли  $\text{Fe}^{3+}$  после восстановления гидроксиламином до  $\text{Fe}^{2+}$  по окраске орто-фенантролинового комплекса при  $\lambda = 510$  нм в кювете ( $l = 5$  см) на СФ-16.

Таблица 1

## Результаты оценки точности метода персульфатного окисления

Введено Fe, мг/л	Найдено Fe после пер- сульфатного окисления, мг/л	Относительная ошибка, %
0.100	0.103	+3.0
0.400	0.403	+0.7
0.800	0.793	-0.8
1.00	0.944	-5.6

Метод дает удовлетворительную точность и может быть использован для определения железа в растворе Тамма (табл. 1).

Пробы ила отбирали при помощи стратометра. Отвешивали в стеклянном бюксе с притертой крышкой ~3–5 г сырого ила в зависимости от влажности. Одновременно определяли влажность сушикой ила до постоянного веса при 100–105°. Данные, полученные при определении железа и марганца, пересчитывали на 1 г абсолютного сухого ила. Ил переносили в коническую колбу на 250 мл и проводили 3-кратную экстракцию 100 мл раствора Тамма (время взаимодействия 30 мин.). После отстаивания пробу фильтровали через мембранный фильтр с размером пор 0,5 мкм, фильтраты объединяли и перемешивали.

Определение железа. 10 мл фильтрата переносили в кварцевую пробирку объемом 30–40 мл, прибавляли ~1.2 г персульфата калия, 0.2 мл концентрированной  $H_2SO_4$  и кипятили на водяной бане в течение 1 часа. После охлаждения пробу нейтрализовали до pH 2.8–3.0 10%-м раствором  $NH_4OH$ , переносили в мерную колбу на 50 мл и доводили бидистиллятом до метки. К пробе добавляли 2 мл 1%-го раствора гидросиламина, 2 мл 0.5%-го раствора орто-фенантролина и через 20 мин. измеряли оптическую плотность при  $\lambda = 510$  нм в кювете ( $l = 5$  см) на СФ-16. Определение проводили в двух параллельных навесках ила. Содержание железа находили по калибровочной кривой. Так как персульфат калия может частично расходоваться на окисление переходящих в вытяжку органических веществ, полноту разрушения оксалатного комплекса необходимо проверять введением стандартного раствора железа непосредственно в аликвоту вытяжки из анализируемого ила. Двухвалентный марганец не мешает определению железа в используемом интервале pH (2.8–3), так как образует комплекс с орто-фенантролином только при pH 5–6 [9]. Окисление  $Mn^{2+}$  в  $MnO_4^-$  персульфатом при разрушении оксалатного комплекса железа протекает крайне медленно из-за недостатка кислоты и отсутствия катализатора -

Таблица 2

Результаты определения подвижных форм железа и марганца в илах

Место отбора проб	Навеска сухого ила, г	Содержание Fe, мг на 1 г сухого ила	Fe, % от исходной навески	Содержание Mn, мг на 1 г сухого ила	Mn, % от исходной навески
Р. Которосль	1.5720	56.45	5.650	2.290	0.230
	0.7775	56.59	5.670	2.760	0.280
Р. Печегда ..	2.2326	25.70	2.565	0.873	0.087
	1.9462	23.96	2.396	0.874	0.087
Р. Черемуха	2.0839	24.20	2.420	1.560	0.160
	1.5872	22.10	2.210	1.720	0.170
Р. Латка ...	1.2230	51.41	5.140	1.680	0.160
	1.5604	52.07	5.210	1.700	0.170
Пруд в поселке Борок .....	1.4462	11.89	1.189	0.030	0.003
	1.5337	12.02	1.202	0.034	0.003

ионов серебра. Ионы  $Mn^{7+}$ , окислявшиеся персульфатом, при добавке гидроксиламина к пробе снова восстанавливаются до  $Mn^{2+}$ .

Определение марганца. 10 мл фильтрата вытяжки раствора Тамма помещали в коническую колбу на 100 мл, прибавляли ~1.5 г персульфата калия для разрушения шавелевокислых комплексов марганца и окисления  $Mn^{2+}$  до  $Mn^{7+}$ , 1 мл концентрированной  $H_2SO_4$ , 3 капли 2%-го раствора  $AgNO_3$  и кипятили в течение 5 мин. до получения устойчивой розовой окраски раствора. После охлаждения пробу переносили в мерную колбу на 50 мл, доводили до метки бидистиллятом, не содержащим марганца, и измеряли оптическую плотность раствора в кювете ( $l = 5$  см) при  $\lambda = 528$  нм на СФ-16.

Содержание марганца находили по калибровочной кривой. 200-кратный избыток  $Fe^{3+}$  не мешает определению марганца.

Реактивы. 1. Стандартный раствор  $Fe^{3+}$ , 100 мг Fe/л. Растворяют 0.8634 г железозаммонийных квасцов в бидистилляте, содержащем 5 мл  $H_2SO_4$  1:1 и разбавляют раствор бидистиллятом в мерной колбе до объема 1 л. Рабочий раствор  $Fe^{3+}$ , 10 мг Fe/л готовят разбавлением стандартного раствора бидистиллятом, содержащим 5 мл  $H_2SO_4$  1:1 в 1 л.

II. 1%-й раствор гидроксиламина солянокислого. Растворяют 1 г  $NH_2OH \cdot HCl$  в 100 мл 0.001 н.  $H_2SO_4$ .

III. 0.5%-й раствор орто-фенантролина. Растворяют 0.5 г хлоргидрата орто-фенантролина в 100 мл 0.01 н.  $H_2SO_4$ .

IV. 10%-й раствор аммиака.

V. Персульфат калия (хч.).

VI. Серная кислота (хч.).

VII. Раствор Тамма. Растворяют 12,60 г шавелевой кислоты и 24,840 г шавелевокислого аммония в 1 л бидистиллята. pH раствора равен 3,20.

VIII. Стандартный раствор  $Mn^{7+}$ , 100 мг  $Mn$ /л. Растворяют 0,2877 г  $KMnO_4$  в бидистиллированной воде, не содержащей марганца, и разбавляют раствор бидистиллятом в мерной колбе до 1 л. Рабочий раствор марганца (10 мг/л) готовят разбавлением стандартного раствора в 10 раз.

IX. 2%-й раствор азотнокислого серебра. Растворяют 2 г  $AgNO_3$  в 100 мл бидистиллята.

В 5 образцах илов по предложенной методике определяли подвижные формы железа и марганца (табл. 2).

### Литература

1. Аринушкина А.В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1962. 490 с.
2. Бикбулатов Э.С. Простой способ окисления органического вещества природных вод для определения углерода. - Гидрохим. матер., 1974, т. 60, с. 174-178.
3. Бикбулатов Э.С. О методе определения общего фосфора в природных водах. - Гидрохим. матер., 1974, т. 60, с. 167-173.
4. Горбунов А.И., Дзядевич Г.С., Туник Б.Н. Методы определения несиликатных аморфных и кристаллических полуторных окислов в почвах и глинах. - Почвоведение, 1961, № 11, с. 103-105.
5. Карманова Л.А. О влиянии почвообразующих пород и типовых различий почв на состав и распределение форм железа. - Почвоведение, 1975, № 2, с. 27-34.
6. Келлерман В.В., Цюрупа И.Г. К методике определения подвижных элементов в почве. - Агрохимия, 1967, № 6, с. 101-106.
7. Степанова И.К. Определение валового железа в природных водах. - Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1976, № 31, с. 69-72.
8. Цюрупа И.Г. К вопросу выделения свободного (несиликатного) железа и аммония из почв и глин. - Почвоведение, 1961, № 4, с. 96-106.
9. Юрист И.М. Орто-фенантролин как маскирующий реагент при комплексонометрическом определении марганца. - Ж. анал. химии, 1967, т. 22, с. 442-443.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

## К МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ МОРФОЛОГИИ РАКООБРАЗНЫХ В ТРАНСМИССИОННОМ ЭЛЕКТРОННОМ МИКРОСКОПЕ

В работе излагается методика приготовления препаратов частей тела *Cladocera* (*Crustacea*) с целью изучения их тонкой структуры в ТЭМ.

Морфология ветвистоусых ракообразных изучена достаточно подробно. Однако вне поля зрения исследователей оставались микроструктуры отдельных органов, которые не могли быть обнаружены при ограниченной разрешающей способности светового микроскопа, составляющей 0,2 мкм. Это удается сделать в ТЭМ при увеличениях от 8800 до 20000 (рис. 1, 2).

Одна из важнейших технических операций при работе с ТЭМ-приготовление пленки-подложки высокого качества. Мы применяли пленки, изготовленные из формвара (поливинилформаль) и нитроцеллюлозы по известной методике [1, 3, 4, 7], согласно которой исследуемый объект наносится на сухую пленку-подложку. Однако к пленке-подложке, изготовленной таким образом, плохо прилипает исследуемый объект. Вследствие этого брак препаратов доходил до 80-90%. Качество препаратов снижалось из-за слипания отдельных частей тела животного и щетинок.

Мы наносили объекты на влажную пленку, слегка подсушенную при комнатной температуре в течение 5-10 мин. Учитывая размеры объекта, использовали сетки 200 меш. Подготовленные сетки вместе с пленкой-подложкой помещали на фильтровальную бумагу и перед нанесением объекта увлажняли каплей дистиллированной воды из микропипетки. Увлажнение пленки-подложки способствует лучшему прилипанию объектов, а деформированные и слипшиеся части тела и щетинки можно было расправить под бинокуляром препаровальной иглой. Минимальное время воздушной сушки препарата составляет 10-12 час. при комнатной температуре. Срок его хранения не должен превышать 10-15 дней. Приготовленные таким образом препараты оказались полноценными на 90-95%.

Полученные препараты ветвистоусых рачков изучались в ТЭМ фирмы „Тесла“ БС-613 при ускоряющем напряжении 80 кв. Поиск объекта осуществлялся при просмотрном увеличении 300, а изучение - от 4400 до 20000 раз. В процессе наблюдения в ТЭМ исследуемый объект подвергается изменениям, обусловленным термическим и радиационным воздействием электронного пучка, вакуума и образованием на поверхности объекта слоя осаждающихся углеводов [5, 6]. Хитиновый покров ветвистоусых не деформировался под воздействием вакуума, но под действием электронного пучка он скручивается и свертывается. Чтобы избежать таких явлений, исследование проводилось при

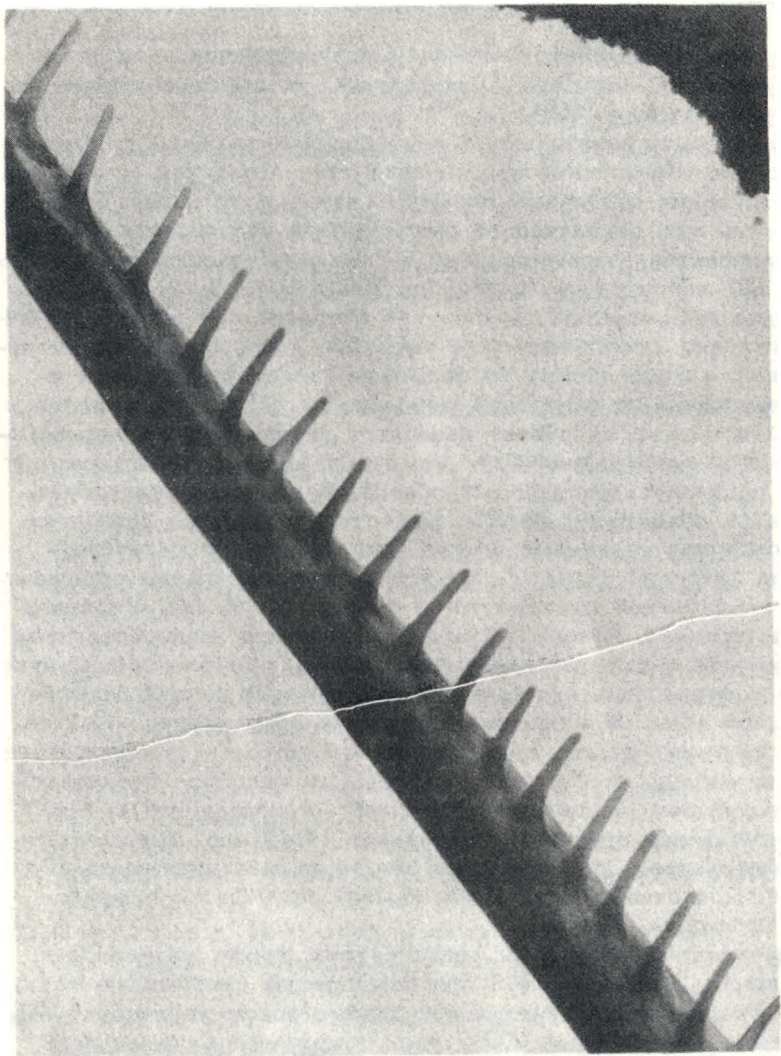


Рис. 1. *Пуосгуртус агилis* - хитиновые выросты на щетинках антенн П. Увел. 20 000.

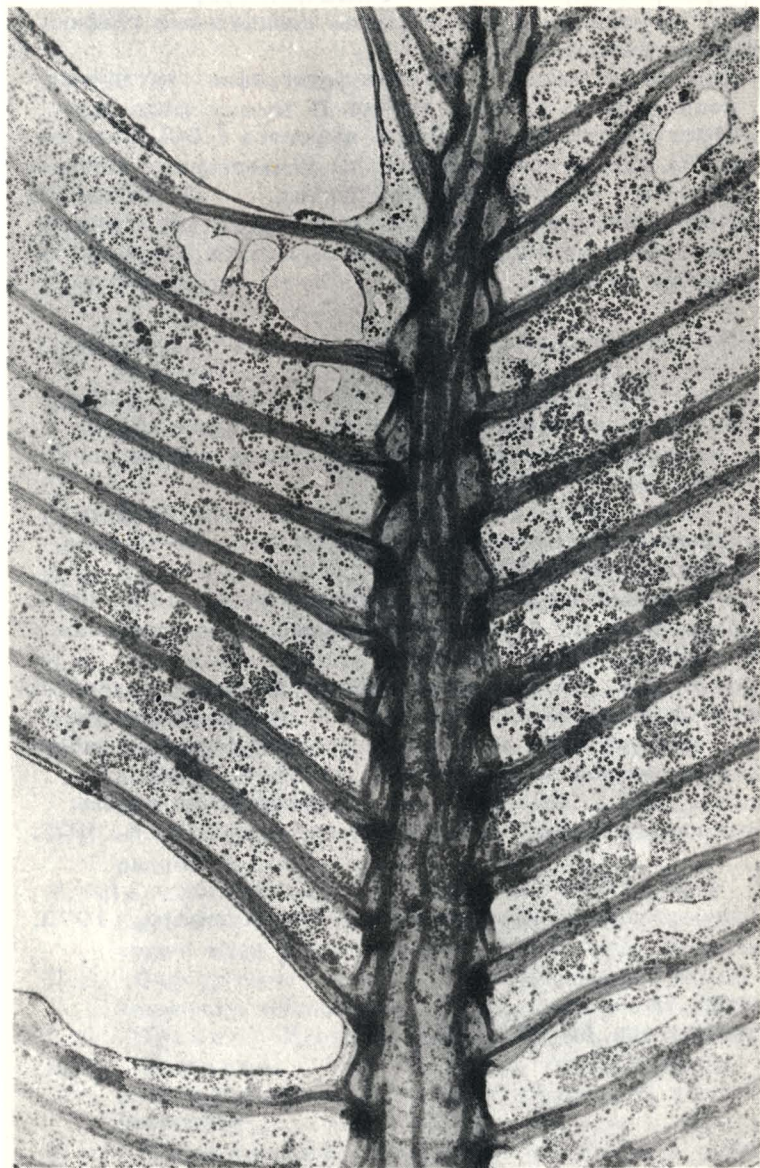


Рис. 2. Цуокрыптус acutifrons - щетинки "setae natares".  
Убел. 8800.



небольшой освещенности, т.е. использовался пучок электронов с минимальной плотностью тока. Съемка производилась на фото-пластинки типа „ORWO"EU-2 и „Электроннографические". При работе с негативами использовались специальные графики для определения размеров объекта [2].

Для примера на рис. 1 приведена фотография хитиновых выростов, покрывающих щетинки антенн II *Pyocryptus agilis* (сем. Macrothricidae). Длина выростов 1.5-2, толщина 0.2-0.3 мкм. На рис. 2 показана одна из плавательных щетинок „setae natatores" *Pyocryptus acutifrons*. От основного ствола „setae natatores" отходят тонкие щетинки, толщина которых у основания составляет 0.3-0.4 мкм. Эти микроструктуры обнаружены впервые.

### Литература

1. Бирюзова В.К., Боровягин В.Л., Гилев В.П., Киселев Н.А., Тихоненко А.С., Ченцов Ю.С. Электронномикроскопические методы исследования биологических объектов. М., 1963. 201 с.
2. Генкал С.И., Балонов И.М. Пересчетные графики для электронных микроскопов. - Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, № 22, с. 71-73.
3. Кэй Д. Техника электронной микроскопии. М., 1965. 406 с.
4. Пилянкевич А.Н. Практика электронной микроскопии. М., 1961. 176 с.
5. Стоянова И.Г. Повреждение электронномикроскопических препаратов в процессе наблюдения. - В кн.: Исследование объектов, изменяющихся в процессе препарирования и наблюдения в электронном микроскопе. М., 1966, с. 10-23.
6. Стоянова И.Г., Анашкин И.Ф. Физические основы методов просвечивающей электронной микроскопии. М., 1972. 371 с.
7. Meek G.A. Practical electron microscopy for biologists. London-New-York-Sydney-Toronto, 1973. 498 p.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

# СОДЕРЖАНИЕ

## ИНФОРМАЦИИ

Стр.

Совещание по истории озерных биоценозов Азии (В. Н. Яковлев) .....	3
Семинар по биотелеметрическим методам исследования поведения, миграций и физиологии рыб (А. Г. Поддубный, Л. К. Малинин) .....	4

## СООБЩЕНИЯ

И. Н. Крылова, В. И. Романенко. Время генерации и время удвоения ассимиляции $CO_2$ в чистых культурах сапрофитных бактерий .....	7
Н. А. Лаптева. Морфологическая характеристика микрофлоры озер Ярославской обл. ....	10
В. И. Романенко, Н. А. Лаптева, А. С. Даукшта. Определение границы развития бактерий в последовательных разведениях с помощью меченого $^{14}C$ -гидролизата белка .....	15
Н. В. Горячева. <i>Dunaliella salina</i> Teod. в рапных водоемах Крыма .....	18
М. Перес Ейрис, М. Аврора Публиенес. Световые кривые интенсивности фотосинтеза в толще воды водохранилища Сьерра дель Розарио .	20
Л. Е. Сигарева. Изучение продуктивности фитопланктона мелководий .....	24
Г. А. Лукина. Цветение рясковых .....	29
И. М. Балонов, С. Н. Ягодка. Конкурентные взаимоотношения золотистых водорослей и зоофлагеллят .....	32
З. М. Мыльникова. Бентосные инфузории и саркодовые Рыбинского водохранилища .....	36
Л. М. Семенова. Материалы по фауне остракод ( <i>Ostracoda</i> ) Иваньковского водохранилища .....	41

Б.А. Вайнштейн. О видовой самостоятельности <i>Limnesia angustata</i> Sok. (Limnesiidae, Acariformes). .....	44
П.В. Тузовский. Новые находки водяных клещей (Hydrachnellae, Acariformes) из проточных водоемов Ярославской обл. ....	47
А.И. Шилова, Г.А. Соколова. К фауне хирономид (Diptera, Chironomidae) стоячих водоемов Свердловской обл. ....	49
Л.К. Малинин, А.Г. Поддубный, А.М. Свирский. Поведение судака во время нерестовой миграции в верховья притоков Рыбинского водохранилища .....	51
О.Ф. Кондрацова. О двухлетней составляющей в многолетнем ходе атмосферных осадков .....	54
Б.И. Новиков. Влияние затопленных почв на химический состав донных отложений водохранилищ ...	58
С.В. Монакова. Летучие жирные кислоты в донных отложениях озер Ярославской обл. ....	62
А.И. Саралов. Динамика фиксации молекулярного азота в евтрофном оз. Доткас .....	65
В.Е. Синельников. Синтез полимеров фенолформальдегидного типа в условиях, близких к загрязненному водоему .....	68
И.К. Степанова. Определение подвижных форм железа и марганца в илах .....	72
З.Н. Чиркова, С.И. Генкал. К методике изучения морфологии ракообразных в трансмиссионном электронном микроскопе .....	77

Биология внутренних вод  
Информационный бюллетень № 35

Утверждено к печати  
Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л. М. Маковская  
Технический редактор Е. В. Кирилина  
Корректор Е. В. Гинстлинг

Подписано к печати 1/8 1977 г. Формат 60 х 90 1/16. Бумага № 1.  
Печ. л. 5 1/4 = 5.25 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4.80. Изд. № 8658.  
Тип. зак. № 629. М-09646. Тираж 800. Цена 35 к.

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