

06  
ИБВВ.

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**32**

Ответственный редактор  
д-р биол. наук *М. М. КАМШИЛОВ*

**БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД**

**Информационный бюллетень № 32**

*Утверждено к печати  
Институтом биологии внутренних вод  
Академии наук СССР*

Редактор издательства *Л. М. Маковская*  
Технический редактор *В. В. Шиханова*  
Корректор *Е. А. Гинстлина*

Сдано в набор 21/V 1976 г. Подписано к печати  
26/XI 1976 г. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага № 2.  
Печ. л. 4<sup>1/2</sup>=4.5 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 5.21.  
Изд. № 6387. Тип. зак. № 1260. М-15222.  
Тираж 800. Цена 35 коп.

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

---

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

Б 21009-664  
055 (02)-76 Без объявления

© Институт биологии внутренних вод  
Академии наук СССР, 1976

## СОВЕТСКО-АМЕРИКАНСКИЙ СИМПОЗИУМ

В соответствии с советско-американским соглашением о сотрудничестве в области охраны окружающей среды небольшая группа советских специалистов, занимающихся исследованиями влияния загрязнителей на водные организмы и экологические системы, в октябре 1975 г. посетила США.

Во время пребывания в США члены делегации посетили ряд учреждений, занимающихся исследованием загрязнения водоемов, расположенных в городах Цинциннати — штат Огайо, Колумбия — штат Миссури, Чикаго — штат Иллинойс, Дулуте — штат Миннесота. Конечной целью визита было проведение советско-американского симпозиума по влиянию загрязнителей на гидробионтов и на водные экосистемы.

Симпозиум состоялся с 21 по 24 октября 1975 г. в г. Дулуте на базе национальной лаборатории качества воды. Было зачитано двадцать научных докладов, по десять с каждой стороны. В. Г. Хоботьев сделал сообщение на тему «Роль водорослей в загрязнении водоемов и проблема регулирования их численности». Им же зачитаны доклады Н. С. Строганова «Допустимые уровни загрязнения водоемов» и «Моделирование возможных изменений экосистемы при загрязнениях по чувствительности гидробионтов к токсикантам». Слушали сообщение В. И. Романенко «Баланс органического вещества в экосистеме Рыбинского водохранилища», он же зачитал доклады П. П. Уморина «Значение трофических связей в бактериальном разрушении органического вещества», М. М. Камшилова и Б. А. Флерова «Изучение фенольного отравления гидробионтов и разрушение фенола в модельных биоценозах». Доклады «Характеристика качества воды в Москве-реке по гидробиологическим показателям» и «Оценка накопления хлорированных пестицидов в водных организмах Москвы-реки» сделала Г. К. Морозова, «К установлению максимального уровня и биологически опасные концентрации синезеленых водорослей в водоемах» — А. Я. Маляревская. М. К. Спичак зачитал доклад В. И. Лукьяненко на тему «Физиологические и биохимические аспекты водной токсикологии».

Широким был диапазон докладов американских специалистов. Так, Тарзвел (Tarzwell) сделал сообщение на тему «История исследования загрязнения воды в США», Смит (Smith) «Использование конечных точек в биологических пробах». Дудоров (Doudoroff) в докладе «Биоэнергетика в таксономии рыб» привел большое количество данных по влиянию токсикантов на рыб в аквариальных исследованиях. Представлял интерес доклад Патрик (Patrick) «Биологический мониторинг», в котором говорилось о возможностях изучения воздействия сублетальных концентраций ядохимикатов на организмы в длительном эксперименте. По мнению Патрика, биологические системы в водоемах интегрируют все условия внешней среды, включая физические и химические, поэтому, изучая организмы, исследователь получает интегрированный ответ на многие вопросы, связанные с функционированием водных экосистем.

В докладе Бартша (Bartsch) «Исследования евтрофикации», одном из самых содержательных и интересных, были представлены не только история изучения вопроса в США, но и масштабность разработки проблемы, а также наиболее существенные результаты исследований, особенно в области методов борьбы с синезелеными водорослями и с цветением водоемов вообще, в частности, перечислялись методы борьбы с цветением.

Ряд докладов был посвящен влиянию различных загрязнителей на рыб. Так, в докладе Джонсона (Johnson) «Токсические органические остатки в рыбах» обращалось внимание на огромное количество различных ядохимикатов, производимых в США, многие из которых обладают свойствами накапливаться в организмах низших трофических уровней и особенно опасны для организмов высшего уровня трофической цепи. В данном случае рыбы могут служить показателем загрязнения воды. В докладе рассматривались различные подходы к изучению влияния ядохимикатов на водные организмы и биологические процессы в водоемах.

Клейн (Klein) доложил о результатах изучения популяции рыб в р. Огайо, обратив особое внимание на методику работ; Шоттгер (Schoettger) в сообщении «Изучение влияния пестицидов на рыб» изложил программу работ в этой области и некоторые результаты ее реализации.

Карр (Carr) в докладе «Изменения популяций рыб в Великих озерах» привел данные по изменению видового состава рыб под влиянием загрязнения озер, Феттерольф (Fetterolf) на примере этих же озер показал возможность использования специфических ядохимикатов для борьбы с сорной рыбой, в данном случае с миногами, являющимися паразитами многих ценных видов рыб в Великих озерах.

Доклады, прочитанные на симпозиуме, предполагается опубликовать в США в одном из отчетов научно-исследовательских работ по охране окружающей среды.

*Н. В. Буторин*

## ВТОРОЙ СИМПОЗИУМ ПО ПОВЕДЕНИЮ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Симпозиум проведен Институтом биологии внутренних вод АН СССР в Борке 20—21 октября 1975 г. Он был создан по решению первого симпозиума, состоявшегося здесь же в 1972 г. Было представлено 44 доклада, краткие рефераты которых опубликованы перед симпозиумом («Поведение водных беспозвоночных», матер. II симпозиума, Борок, 1975). Наибольшее число сообщений, как и на предыдущем симпозиуме, было посвящено вопросам агрегаций и поведения при питании пресноводных и морских форм беспозвоночных. Тематика многих докладов включала в себя общую характеристику поведения (характер движения, строительная деятельность и др.). Группа сообщений посвящена была вопросам обучения водных беспозвоночных. За истекшие 3 года круг беспозвоночных, поведение которых исследуется, расширился за счет изучения двухслойных животных (губок, кишечнополостных), коловраток, кольцецов (пиявок, приапид), тихоходок. Но в общем по-прежнему среди объектов изучения преобладают ракообразные, которым посвящено 40% докладов.

Отрадно констатировать повышение уровня исследований по сравнению с 1972 г. Поведенческие аспекты начинают использоваться для количественных характеристик пищевых отношений, а также как показатель токсического загрязнения водоемов. Расширилось применение кино съемки, на основании наблюдений над поведением конструируются новые приборы для количественного учета фауны. Однако исследования поведения водных беспозвоночных еще сильно отстают от его изучения у наземных животных и рыб. В принятой на симпозиуме резолюции рекомендуется более широко применять этологический анализ поведения, регистрирующие приспособления, количественные методы характеристики поведенческих действий. В связи с необходимостью длительных наблюдений над беспозвоночными в лаборатории участники симпозиума считают желательным подготовку сборника статей по содержанию и разведению водных беспозвоночных.

Проведение симпозиума дало возможность более или менее полно учесть учреждения, ведущие эти работы. Изучение поведения водных беспозвоночных ведется в 20 учреждениях, причем сложились как бы 4 центра, отличающиеся по объектам исследований: 1) Биологический научно-исследовательский институт при Ленинградском университете — по изучению пищевого поведения низших беспозвоночных, особенно инфузорий; 2) кафедра высшей нервной деятельности Московского университета — по изучению приобретенного поведения у беспозвоночных, преимущественно низших; 3) Институт биологии южных морей АН СССР, в Севастополе, — по изучению поведения морских планктонных беспозвоночных; 4) Институт биологии внутренних вод АН СССР, в Борке, — по изучению поведения ракообразных и хирономид.

Постоянной комиссии по поведению водных беспозвоночных, состав которой пополнился двумя участниками (К. Э. Фарби и О. Д. Жаворонкова), поручено составить полный список научных тем и их исполнителей, организовать периодическую информацию о ходе работ, а также закончить составление картотеки опубликованной литературы по поведению водных беспозвоночных, насчитывающей теперь уже около 1000 названий. Подтверждается необходимость периодических созывов симпозиумов по поведению водных беспозвоночных и в дальнейшем, поскольку они способствуют развитию и углублению исследований в этой еще мало разработанной, но очень важной и перспективной области гидробиологии.

*Ф. Д. Мордухай-Болтовской*

---

### ШКОЛА-СЕМИНАР ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ РЕЧНОГО СТОКА

3—8 сентября 1975 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР (Борок) работала школа-семинар по математическому моделированию процессов речного стока, организованная гидрологической секцией Геофизического комитета при СМ СССР и Институтом.

В работе школы-семинара приняли участие представители следующих учреждений: Гидрометецентр СССР, Институт биологии внутренних вод АН СССР, Институт водных проблем АН СССР, Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Государственный гидрологический институт, Московский и Пермский университеты, Среднеазиатский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Дальневосточный научно-исследовательский гидрометеорологический институт.

Всего было заслушано 16 лекций-докладов, тематику которых условно можно подразделить на 3 группы: моделирование формирования стока на водосборе в целом, а также моделирование некоторых, связанных с ним, частных физических процессов; статистический анализ рядов стока и оценка точности статистических расчетов и прогнозов в гидрологии; моделирование процессов, требующих привлечения информации физиологического содержания. Таким образом, тематика школы-семинара фактически оказалась несколько шире запланированной. И это следует рассматривать как положительный факт, способствовавший достижению цели мероприятия.

Работа школы-семинара строилась так, что большая часть времени отводилась обсуждению докладов и дискуссии. Такая форма общения, по единодушному мнению участников, является наиболее эффективной и полезной как для «учителей», так и для «учеников».

В решении школы-семинара отмечена необходимость продолжения ее работы в будущем. В частности, высказано намерение сделать все необходимое, чтобы она стала ежегодной. На рассмотрение гидрологической секции представлено также предложение назвать данную школу-семинар «ежегодной калининской школой-семинаром по теоретической гидрологии», почтив тем самым память выдающегося советского гидролога и первого инициатора создания такой школы, ныне покойного чл.-кор. АН СССР Геннадия Павловича Калинина.

*В. Л. Складенко*

---

Н. А. Левшина, М. М. Телитченко

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА НА РАЗНЫХ УЧАСТКАХ МОСКВЫ-РЕКИ

В фитопланктоне верхнего течения Москвы-реки до регулирования стока отмечалось много бенто-планктических форм. При этом среднее их количество составляло 0.7 млн кл./л при биомассе 250 мг/м<sup>3</sup>, а максимальное не превышало 1—3 млн кл./л. Численно доминировали хлорококковые и вольвоксовые водоросли, а по биомассе — диатомовые. Иногда в летнюю межень отмечалось много синезеленых, но биомасса их не превышала 2% от суммарной биомассы фитопланктона.

При формировании фитопланктона Можайского водохранилища речной комплекс форм претерпел значительные изменения, особенно синезеленые и диатомовые водоросли. Среди них увеличилось количество истинно планктонных форм. Не изменилась лишь группа хлорококковых водорослей.

«Цветение» варьирует по срокам и интенсивности, достигая в отдельные годы максимума в поверхностных слоях воды — 10.5—12 г/м<sup>3</sup>. Среднесезонные данные 1968 г. (см. таблицу) и отдельные съемки 1971 г. показали, что в верховье водохранилища (речной участок, ст. I) биомасса фитопланктона составляет 1.1 г/м<sup>3</sup>. На долю диатомовых и зеленых водорослей приходится 86%.

Средняя численность (млн кл./л) и биомасса (г/м<sup>3</sup>)  
фитопланктона на разных участках (станции I—V)  
Можайского водохранилища в 1968 г.

	I	II	III	IV	IVa	V
Общая численность	3.26	17.72	9.36	51.18	48.80	29.22
общая биомасса	1.10	2.13	1.41	2.88	3.89	2.41
Из них в % биомассы:						
диатомовые . . . . .	64.4	43.3	39.8	5.0	8.9	7.3
синезеленые . . . . .	9.2	41.5	45.4	91.1	87.6	86.6
зеленые . . . . .	22.0	14.1	11.7	2.6	2.7	4.1
прочие . . . . .	4.4	1.1	3.1	1.3	0.8	2.0
CV общей биомассы, %	23.6	36.2	23.4	36.1	40.6	41.1
Количество съемок . . .	5	3	3	6	4	6



В нижней части водохранилища (озерные воды, станции IV, V) общая биомасса фитопланктона возрастает в 3—4 раза и основной фон ее (88—91%) составляют синезеленые [5]. В среднем участке водохранилища (зона смешения вод, ст. III) общая биомасса водорослей снижается. Это обусловлено влиянием трансформированных водных масс, что в Можайском водохранилище вследствие его конфигурации и низкому коэффициенту водообмена выражено достаточно четко. Видовое разнообразие фитопланктона от верховья водохранилища к плотине неизменно падает, особенно резко в период цветения синезелеными. Средняя биомасса фитопланктона верхней части водохранилища стабильна (коэффициент вариации CV ее составляет 23.6—36.2%). В нижней части водохранилища стабильность биомассы фитопланктона меньше. Коэффициент вариации здесь составляет 40.6—41.1%. Очевидно, это связано с неравномерным распределением и обилием синезеленых, а также с интенсивным темпом их прироста.

При обычном расходе воды распределение фитопланктона в водохранилище летом имеет отрицательную корреляцию с величиной водообмена и концентрацией аммиачного азота, так как синезеленые, вызывающие цветение воды, предпочитают именно эту форму азота [1, 6, 9].

Из 59 индикаторных видов водорослей к олигосапробным относятся 6 видов, к  $\beta$ -мезосапробным — 44, к  $\alpha$ -мезосапробным — 9 [10]. Явное преобладание  $\beta$ -мезосапробных видов позволяет считать санитарное состояние Можайского водохранилища удовлетворительным.

В зарегулированном стоке Москвы-реки в стационарном створе г. Звенигорода, примерно в 90 км ниже водохранилища, обнаружено периодическое появление лимнофильных видов синезеленых и пирофитовых водорослей — *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend Elenk., *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Bergh. Количество их было особенно велико в первый год после создания Можайского водохранилища. В последующие годы (1968, 1969) потомаофильный комплекс в упомянутом створе почти восстановился. Это обусловлено как становлением гидробиологического режима водохранилища, так и отработкой системы пусков воды через плотины ГЭС. Однако спорадически общее количество водорослей возрастает в десятки раз (до 7 млн кл./л, июль 1968 г.) с абсолютным преобладанием лимнофильных синезеленых.

Среднемесячное значение альгостока Москвы-реки до зарегулирования составляло 3.2—15.3 т в сыром весе. Как правило, величина его обратно пропорциональна водности года. В первый год после зарегулирования (1960) альгосток реки увеличился в 3.5 раза. В последующие годы произошла его стабилизация. Тем не менее, по данным за 3 года, сток был почти в 2 раза большим, чем до зарегулирования.

Альгосток Москвы-реки в изучаемом створе значительно меньше, чем в Волге [3], Днепре [8], Дунае [7]. В этих реках био-

сток измеряется тысячами тонн. Алыгосток Москвы-реки приближается к таковому малопродуктивной р. Даугавы [4] и некрупных рек, впадающих в Онежское озеро [2].

В русловом участке Москвы-реки от плотин гидроузлов до г. Рублева совместно с Красновидовской лабораторией по изучению водохранилищ исследовалась трансформация фитопланктона верхнемоскворецких водохранилищ. Съемки 1970—1971 гг. выявили особенности развития фитопланктона верхнего течения Москвы-реки и скорость выпадения из него озерного фитопланктона. По данным 4 летне-осенних съемок, установлено, что основной участник цветения воды в Можайском водохранилище *Aphanizomenon flos-aquae* выпадает из планктона реки в 40 км от водохранилища. Наиболее беден фитопланктоном участок реки в 10 км от Можайской плотины до впадения р. Рузы. Биомасса водорослей уменьшается здесь до 11—16 мг/м<sup>3</sup>. После впадения р. Рузы фитопланктон обогащается, особенно космополитными формами хлорококковых водорослей и синезелеными порядка *Chlorococcales* (*Microcystis aeruginosa*, *Woronichinia naegelianae* (Ung.) Elenk.). Общая биомасса водорослей здесь составляет 300—600 мг/м<sup>3</sup>. Максимальная численность и биомасса паторопланктона отмечается в 80—100 км ниже водохранилища. Осенью в период усиленной вегетации в водохранилищах диатомовых водорослей лимнофильный комплекс удерживается в реке на большем расстоянии от плотин.

Транзитный лимнофильный планктон составляет в сложившемся москворецком планктоне примерно 1%. При больших кратковременных сбросах или аварийных ситуациях транзитный фитопланктон может преобладать.

Более стойкие лимнофильные формы выпадают из речного фитопланктона на 80—100 км от плотины. Скорость этого процесса зависит от интенсивности обогащения реки фитопланктоном из других водохранилищ речной системы.

Следует считать благоприятным для водопотребителя поступление воды из водохранилищ по руслу Москвы-реки. В этом случае река улучшает свои эксплуатационные качества за счет выпадения в речном потоке видов лимнофильного фитопланктона, обычно дающих гиперпродукцию цветения, запахи, а иногда и токсичных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гусева К. А. «Цветение» воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним. — Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1952, 4.
2. Круглова А. Н., Филимонова Ю. А., Смирнова Ю. А. Планктосток в лососевых реках Онежского озера. — В кн.: Лимнология Северо-Запада СССР. Таллин, 1973, 2.
3. Кузнецова А. А. Динамика и сток фитопланктона р. Волги в районе Куйбышева. — Тр. пробл. и тематич. совещ. ЗИН АН СССР, 1957, 7.
4. Кумсаре А. Я. Гидробиология реки Даугавы. Рига, 1967.
5. Левшина Н. А. Фитопланктон Можайского водохранилища. — В кн.: Комплексные исследования водохранилищ. М., 1973.

6. По м и л у й к о В. П. Особенности азотного и фосфорного питания *Aphanizomenon flos-aquae* в естественных условиях. — Гидробиол. ж., 1968, 1.
7. Р о л л Я. В. Фитопланктон советского участка Дуная, его рукавов и заливов. — Тр. Ин-та гидробиол. АН УССР, 1961, 36.
8. Р о л л Я. В., М а р к о в с к и й Ю. М. Планктон среднего Днепра в связи с прогнозом будущего Кременчугского водохранилища. — Зоол. ж., 1955, 34, 3.
9. С и р е н к о Л. А. Физиологические основы размножения синезеленых водорослей в водохранилищах. Киев, 1972.
10. У н и ф и ц и р о в а н н ы е м е т о д ы исследования качества воды. СЭВ, 1966, 4, 2, 3.

Московский университет

---

Т. А. Ч е к р ы ж е в а

### ФИТОПЛАНКТОН СЕРЕБРЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1972—1973 ГГ.

Серебрянское водохранилище, созданное на базе р. Вороньей, расположено в Мурманской обл. Это единственное водохранилище долинно-руслового типа за полярным кругом. Длина водоема 120 км, максимальная ширина в предплотинном плесе 16 км, средняя — 3.6 км, наибольшая глубина 84 м, объем 4.2 км<sup>3</sup>. Заполнение водохранилища началось в 1970 г.

Литературные данные об альгофлоре водоемов, вошедших в состав Серебрянского водохранилища, отсутствуют. Некоторые результаты гидробиологических исследований Ловозера приводит Н. А. Ксензов [1], который указывает на доминирование в планктоне диатомовых водорослей. Т. Н. Покровская [3] также отмечает диатомовые и зеленые как ведущие формы планктона.

В составе Кольской экспедиции Петрозаводского университета нами проводился сбор материала в июле—августе 1972 г. и в августе 1973 г. Батометром Руттнера отбирали усредненные по глубине пробы фитопланктона и фильтровали их через мембранные фильтры № 6. Клетки подсчитывали в камере Нажотта [2].

В количественных пробах фитопланктона обнаружено 115 таксонов водорослей,<sup>1</sup> принадлежащих к 7 отделам: синезеленые — 8, золотистые — 8, диатомовые — 72, желто-зеленые — 2, пиррофитовые — 1, эвгленовые — 2, зеленые — 22 таксона. Как видно, диатомовые — самая разнообразная группа, они же преобладали количественно и составляли основную часть биомассы фитопланктона.

В 1972 г. фитопланктон был малообильным, основной фон создавали диатомовые: *Melosira italica* ssp. *subarctica* O. Müll.,

---

<sup>1</sup> Флористическая обработка проб проведена в Институте биологии внутренних вод АН СССР.

*Tabellaria fenestrata* var. *fenestrata* (Lyngb.) Kütz. et var. *intermedia* Grun. Диатомеи других родов встречались спорадически. Помимо диатомовых в разных участках водохранилища в небольшом количестве развивались синезеленые (*Gloeocapsa* sp.), зеленые (*Ankistrodesmus arcuatus* Korsch.), золотистые (*Dinobryon divergens* Imh.), желто-зеленые (*Tribonema affine* West), пиррофитовые (*Glenodinium* sp.).

В 1973 г. планктон значительно обогатился в основном за счет диатомовых, среди которых появились не встречавшиеся в 1972 г. виды: *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kütz., *Synedra acus* Kütz., *S. ulna* (Nitzsch) Ehr., *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag., *Stauroneis anceps* Ehr., *Gomphonema acuminatum* var. *coronatum* (Ehr.) W. Sm., *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cl. и др. Более разнообразно были представлены в планктоне и виды других отделов водорослей. Наряду с *Dinobryon divergens* вегетировал *Dinobryon bavaricum* Imh., а также виды родов *Mallomonas* и *Synura* из золотистых. Появились зеленые водоросли родов *Crucigenia*, *Closterium*, *Mougeotia*, *Desmidium*, *Staurastrum*, *Euastrum*, из эвгленовых *Trachelomonas* и *Euglena*, а из синезеленых — *Anabaena* и др., широко распространившиеся по акватории водохранилища.

Численность и состав доминирующих групп фитопланктона в исследуемые годы были различны. Так, в истоке р. Вороньей в 1972 г. основу биомассы ( $0.211 \text{ г/м}^3$ ) создавали диатомовые водоросли. В 1973 г. общая биомасса планктона возросла незначительно ( $0.27 \text{ г/м}^3$ ), но определяли ее, помимо диатомовых, золотистые, пиррофитовые и зеленые водоросли.

В русловой части р. Вороньей (траверз р. Чудзыйок) биомассу фитопланктона ( $0.003 \text{ г/м}^3$ ) в 1972 г. составляли диатомовые и пиррофитовые, а в 1973 г. увеличение биомассы ( $0.137 \text{ г/м}^3$ ) произошло в основном за счет развития диатомовых, синезеленых и пиррофитовых водорослей (см. таблицу). То же наблюдалось в районе впадения р. Ст. Воронья, где в 1972 г. биомасса была низкой ( $0.004 \text{ г/м}^3$ ), а в 1973 г. она возросла до  $1.308 \text{ г/м}^3$ , причем основу ее за два года создавали те же группы водорослей, что и в районе впадения р. Чудзыйок.

В устье подпертых рек (Нивка, Уйма, Чудзыйок) в 1972 г. биомасса колебалась от  $0.002$  до  $0.119 \text{ г/м}^3$  и определяли ее в основном диатомовые и пиррофитовые. В 1973 г. в устье р. Нивки биомасса несколько снизилась ( $0.087 \text{ г/м}^3$ ), в устье р. Чудзыйок возросла до  $0.013 \text{ г/м}^3$ . Более обильно планктон представлен в устье р. Уймы ( $0.295 \text{ г/м}^3$ ). Более разнообразным был и видовой состав фитопланктона устьевых участков подпертых рек.

В районе затопленного оз. Кявлехъявр в 1973 г. преобладали синезеленые, золотистые, диатомовые, пиррофитовые и зеленые водоросли с общей биомассой  $0.369 \text{ г/м}^3$ . Состав видов и довольно значительная для водохранилища биомасса планктона объясняются, по-видимому, тем, что фитоценоз здесь формируется за счет фондов затопленного озера.

В центре срединного плеса водохранилища в 1972 г. фитопланктон практически отсутствовал (биомасса —  $0.001 \text{ г/м}^3$ ), а у берегов был развит крайне слабо ( $0.004\text{—}0.006 \text{ г/м}^3$ ). В 1973 г. биомасса фитопланктона возросла до  $0.931\text{—}0.947 \text{ г/м}^3$  у берегов и до  $0.904 \text{ г/м}^3$  в центральной части (см. таблицу) за счет развития синезеленых, диатомовых и пиропитовых водорослей.

Биомасса основных групп фитопланктона,  $\text{г/м}^3$

Участки водохранилища	Синезеленые		Диатомовые	
	1972	1973	1972	1973
р. Воронья:				
исток . . . . .	0.082	0.002	0.129	0.196
траверс р. Чудзёйок . .	0	0.041	0.001	0.056
траверс р. Ст. Воронья	0	0.103	0.003	1.19
р. Нивка, устье . . . . .	0.041	0	0.078	0.078
р. Уйма, устье . . . . .	—	0	—	0.290
р. Чудзёйок, устье . . . . .	0	0	0.002	0.005
Затопленное оз. Кявлехъявр	—	0.205	—	0.136
Срединный плес:				
у левого берега . . . .	0	0.123	0.004	0.415
середина . . . . .	0	0.246	0	0.420
у правого берега . . . .	0	0.082	0.005	0.698
Предплотинный плес:				
середина . . . . .	0	0	0.001	0.437
у левого берега . . . .	—	0.041	—	0.026

*Продолжение*

Участки водохранилища	Пиропитовые		Общая биомасса фитопланктона	
	1972	1973	1972	1973
р. Воронья:				
исток . . . . .	0	0.039	0.211	0.270
траверс р. Чудзёйок . .	0.002	0.033	0.003	0.137
траверс р. Ст. Воронья	0.001	0.012	0.004	1.308
р. Нивка, устье . . . . .	0	0.009	0.119	0.087
р. Уйма, устье . . . . .	—	0.002	—	0.295
р. Чудзёйок, устье . . . . .	0	0.007	0.002	0.013
Затопленное оз. Кявлехъявр	—	0.007	—	0.369
Срединный плес:				
у левого берега . . . .	0	0.383	0.004	0.931
середина . . . . .	0	0.123	0	0.904
у правого берега . . . .	0.001	0.115	0.006	0.947
Предплотинный плес:				
середина . . . . .	0.001	0.023	0.002	0.481
у левого берега . . . .	—	0.016	—	0.083

В предплотинном плесе в 1972 г. исследовалась только центральная часть, где биомасса оказалась очень низкой —  $0.002 \text{ г/м}^3$ . В 1973 г. она повысилась и составила  $0.481 \text{ г/м}^3$ , а у левого берега —  $0.083 \text{ г/м}^3$  (см. таблицу).

В центральной части срединного плеса водохранилища (глубина 31 м, прозрачность 2 м, поверхностная температура воды  $13^\circ$ , придонная —  $8.1^\circ$ ) в 1973 г. дополнительно изучалось вертикальное распределение водорослей. Оказалось, что в период летней температурной стратификации основная масса фитопланктона концентрировалась в эпилимнионе, причем с глубиной она возрастала и была максимальной на горизонте 10 м.

На всех горизонтах вертикального разреза фитопланктон в основном состоял из диатомовых водорослей с 3 пиками биомассы, приходящимися на глубину 0.5 м ( $0.538 \text{ г/м}^3$ ), 2 м ( $0.983 \text{ г/м}^3$ ) и 10 м ( $1.207 \text{ г/м}^3$ ). Интересно, что максимальная биомасса синезеленых зарегистрирована на глубине 5 и 10 м ( $0.165$ — $0.164 \text{ г/м}^3$ ), а в поверхностных слоях воды они отсутствовали. Остальные группы водорослей до глубины 10 м распределены более или менее равномерно. Ниже состав резко обеднялся и растительную массу планктона почти полностью (более 90%) составляли диатомовые (на 20 м —  $0.176 \text{ г/м}^3$ , на 31 м —  $0.170 \text{ г/м}^3$ ).

Факт регистрации максимальной биомассы фитопланктона в летний период ниже компенсационной точки (4 м) совпадает с аналогичными наблюдениями Г. В. Кузьмина на Шекснинском и Рыбинском водохранилищах [2].

Таким образом, основную часть биомассы фитопланктона как по акватории водоема, так и по его глубине составляли диатомовые водоросли. В 1972 г. наибольшая биомасса наблюдалась в истоке водохранилища, в 1973 г. она значительно увеличивалась уже по всей акватории водохранилища, а максимальная биомасса отмечалась в районе впадения р. Ст. Вороньи в р. Воронью. Значительной биомассой и высоким видовым разнообразием характеризовался в 1973 г. срединный плес водохранилища.

Анализ фитопланктона на 3-м и 4-м году существования Серебрянского водохранилища показал, что его планктонные комплексы еще не сформировались и сообщество находится в стадии эндодинамической сукцессии. Учитывая субарктическое расположение водохранилища, следует ожидать, что период формирования планктонных фитоценозов растянется на 7—9 лет. Весьма вероятно, что по аналогии с Шекснинским водохранилищем [2] в течение этого периода видовое разнообразие и биомасса фитопланктона в целом год от года будут возрастать и достигнут апогея на 6—7-м году. Однако в отличие от южнее расположенных водохранилищ цветение воды синезелеными наблюдаться не будет, и основу биомассы в течение всего вегетационного периода будут создавать диатомовые водоросли. Наиболее продуктивным в первые годы становления, по всей вероятности, окажется речной участок водохранилища. После формирования ложа и увеличе-

ния pH воды до слабощелочной, что вызовет развитие зеленых и синезеленых водорослей, более продуктивным станет озерный участок, особенно в заливах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. К с е н з о в Н. А. Общие сведения о Ловозере. — В кн.: Рыбы Мурманской области. Мурманск, 1966.
2. К у з ь м и н Г. В. Фитопланктон Шекснинского водохранилища и сопредельной ему акватории Рыбинского. — Автореф. канд. дис., Л., БИН АН СССР, 1974.
3. П о к р о в с к а я Т. Н. Первичная продукция фитопланктона в озерах Кольского полуострова. — Тр. ВГБО, 1962, 12.

Петрозаводский университет

---

И. Д. Г о л у б е в а

### НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА МЕЛКОВОДЬЯХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Основные факторы, определяющие формирование растительности на мелководьях Куйбышевского водохранилища, — непостоянный уровень воды, водная и ветровая эрозия, состав грунта, а также конфигурация береговой полосы. По комплексу природных условий этого водоема наиболее благоприятны для развития растительности мелководья в узких протоках, заливах и среди островов. Открытые участки мелководий малопригодны для поселения высших водных растений. На мелководьях и в прибрежной зоне водохранилища к 1973 г. нами отмечен 121 вид высших растений, представителей 41 семейства, из которых 50 видов доминируют в сообществах. По сравнению с озерами старой поймы Волги и Камы состав флоры не является оптимальным. Отсутствуют такие характерные виды, как *Nuphar luteum* (L.) Smith., *Potamogeton Berchtoldii* Fieb., сравнительно мало на водохранилище *Nymphaea candida* Presl., *Ranunculus circinatus* Sibth., *Stratiotes aloides* L., *Scirpus lacustris* L. Большая часть этих видов на водохранилище появилась только через 10 лет после его создания. Видовой состав флоры изменяется из года в год в зависимости от условий обводнения. При низком уровне воды на мелководьях появляются синантропные виды: *Polygonum aviculare* L., *Urtica dioica* L., *Chenopodium album* L., *Chenopodium polyspermum* L., *Matricaria inodorai*.

В растительном покрове Куйбышевского водохранилища выделено 20 формаций и 39 ассоциаций. Наибольшие площади в группе воздушно-водных растений занимают формации *Typha angustifolia* L., *Phragmites communis* Trin., *Butomus umbellatus* L.,

*Glyceria maxima* Hol., в группе свободноплавающих — *Salvinia natans* L., *Lemna minor* L., а в группе прикрепленных с плавающими листьями — *Polygonum amphibium* L. Среди погруженных видов большие площади представлены формациями *Potamogeton lucens* L., *P. perfoliatus* L. Для растительных ассоциаций типичен одновидовой характер с незначительным коэффициентом общности и степенью постоянства видов. Наиболее стойкими к переменному уровню воды оказались ценозы с доминированием воздушно-водных растений. Сообщества из гидрофильных видов при обсыхании мелководий сменяются растениями-временниками: *Ranunculus sceleratus* L., *Rumex maritimus* L., *R. ucranicus* Fisch., *Polygonum lapathifolium* L., *Bidens tripartita* L., *Rorippa islandica* (Oeder) Borb., *Alopecurus aequalis* Sobl. На протяжении всего времени существования водохранилища основным ценозообразователем остается рогоз узколистный. Он образует 13 ассоциаций, его сообщества покрыто до 85% площади, занятой макрофитами. К категории временных видов на водохранилище можно отнести *Typha latifolia* L. И здесь, и на старых пойменных водоемах этот вид редко образует самостоятельные заросли. Чаще он встречается единичными экземплярами в сообществе других растений. Темпы зарастания водохранилища в первые годы существования были значительно выше, чем в последующие годы. Так, за 5 лет (1965—1970 гг.) общая площадь макрофитов увеличилась очень незначительно (в 1.1 раза), в то время как площадь, занятая рогозом узколистным, на контрольном участке только с 1962 по 1964 г. увеличилась в 50 раз. В настоящее время намечается процесс замещения видов-первопоселенцев: *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L. на *Equisetum fluviatile* L., *Phragmites communis* Trin., *Glyceria maxima* Hol., *Typhoides arundinacea* (L.) Moench.

На основании 13-летних наблюдений можно выделить 3 этапа в смене растительных сообществ на Куйбышевском водохранилище: 1) господство свободноплавающих растений (1957—1961 гг.) — *Salvinia natans* L., *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid; 2) буйное развитие воздушно-водных растений (1962—1968 гг.) — *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L., которые занимают всю мелководную зону. В этот период появляются рдесты *Potamogeton perfoliatus* L., *P. lucens* L., *P. pectinatus* L. Заканчивается второй этап появлением на водохранилище типичных для пойменных озер растений — *Nymphaea candida* Presl., *Stratiotes aloides* L. Третий этап, начальный период которого наблюдается в настоящее время, характеризуется увеличением площадей, занятых *Phragmites communis* Trin., *Equisetum fluviatile* L., *Glyceria maxima* Hol. и др. Происходит смена широколистного водного разнотравья (рогоз широколистный, частуха подорожниковая, стрелолист обыкновенный) узколистным (хвощ приречный, осока береговая, осока острая, камыш озерный, ситняг болотный, манник большой и др.).



На участках, где развитие растительности идет успешно, отмечены большие запасы фитомассы — от 25 до 60 ц с 1 га в воздушно-сухом состоянии. Обсыхание мелководий приводит к снижению общей фитомассы водных и воздушно-водных растений в 2.5 раза. Наиболее ценными в кормовом отношении являются *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Phragmites communis*, *Salvinia natans*, *Lemna minor*. Опыт силосования этих видов дал положительный результат.

Отсутствие закономерности в режиме уровня водохранилища не дает возможности вплотную подойти к направленному формированию растительности на мелководьях за счет посадки таких ценных в кормовом отношении растений, как *Zizania aquatica* L. Поэтому при искусственном расширении площадей ценных видов целесообразно обращать особое внимание на представителей местной флоры — *Scirpus lacustris*, *Typhoides arundinacea*, *Glyceria maxima* и др., которые только что начинают развиваться на водохранилище.

Институт биологии  
Казанского филиала АН СССР

---

В. В. Экзерцева

#### ЯВЛЕНИЕ «ЖИВОРОЖДЕНИЯ» У МАННИКА БОЛЬШОГО *GLYCERIA MAXIMA* (HARTM.) HOLMB.

При изучении биологии манника большого нами неоднократно наблюдались случаи регрессивного метаморфоза цветка в настоящий вегетативный побег. Это явление в литературе получило название вивипарии или «живорождения». Изучение тератологических фактов важно при выяснении природы растительного организма, особенно в решении вопроса образования отдельных органов растений с точки зрения эволюционной морфологии [1, 5].

Различают настоящую вивипарию — прорастание зародыша семени на материнском растении — и ложную, или псевдовивипарию, — превращение репродуктивных побегов в вегетативные [7]. С физиологической точки зрения «живорождение» растений — своеобразная форма подавления нормальной репродуктивности функции растения и переключение ее на вегетативный рост [6].

Вивипария манника относится к псевдовивипарии, которая была отмечена Ламбертом [8].

Нами прослежены последовательные этапы развития репродуктивных органов манника в вегетативный побег, а также начальные этапы онтогенеза растений, полученных из этих побегов в течение первых 3 лет жизни до образования генеративных побегов.

При пролификации цветка манника в вегетативный побег цветковые чешуи и тычинки значительных изменений не претерпевают (см. рисунок), лишь изредка наблюдается слабое позеленение чешуй. Пестик удлиняется до 8—10 мм, приобретает фиолетово-малиновую окраску, свойственную молодым побегам манника. Он приобретает вид замкнутого влагалища, на верхушке

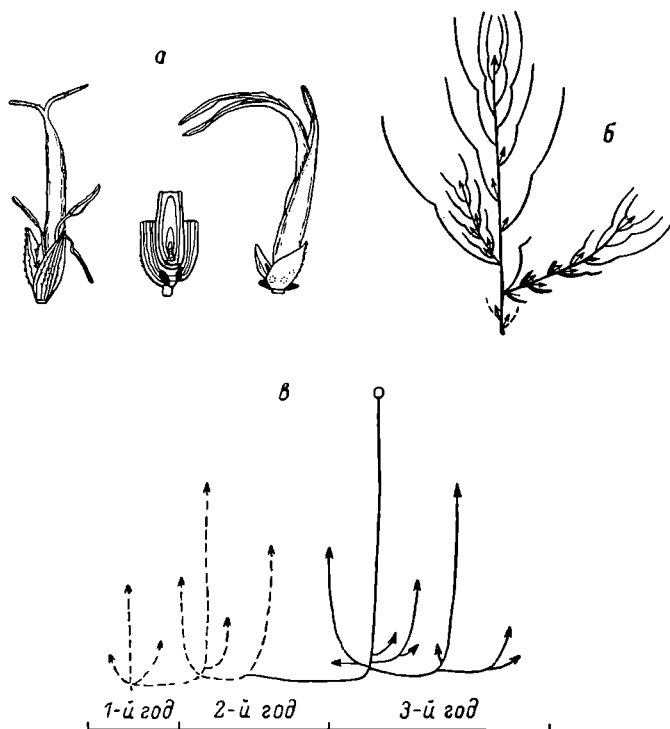


Схема «живорождения» у манника.

*a* — пролификация цветка, *б* — схема ветвления вивипарного побега, *в* — схема строения трехлетнего вивипарного растения.

которого иногда образуется зачаток листовой пластинки, напоминающая в целом переходный лист. Внутри видоизмененного пестика находится растущая почка — ось I порядка. Следовательно, метаморфизированный пестик, аналогично колеоптилю, защищает нежные ткани молодого растущего побега. Размеры видоизмененного пестика и колеоптиля проростка примерно одинаковы — около 10 мм.

Участки оси между основаниями чешуй и пестика также удлиняются, образуя узлы и междоузлия. В пазухах чешуй сидят почки. Если считать чешую видоизмененным листом, то здесь мы находим все части фитомера [3]. Первый зеленый лист расщепляет пестик-

колеоптиль (условно назовем его так), который в дальнейшем разрывается до основания и отклоняется в сторону боковыми побегами. Так происходит регрессивный метаморфоз цветка в настоящий вегетативный побег.

Вивипарные побеги, т. е. возникшие в результате пролификации цветка, еще на материнском растении достигают 8—10 см. Некоторые из них проходят начальные фазы кущения и выхода в трубку. На стебле длиной в 2—3 см развертываются 5—6 нормальных зеленых листьев.

К концу вегетации образуются оси III порядка. Ярко выраженной зоны кущения — зоны укороченных междоузлий — не наблюдается. Хотя 10—15 почек закладываются в 5—7 нижних узлах, в рост трогаются только 2—3 нижние открытые почки [2]. Почки, образовавшиеся в пазухах цветковых чешуй, не раскрываются, что, вероятно, связано с ограниченным притоком питательных веществ. Так возникает вполне сформированное миниатюрное растение.

По характеру возобновления побеги смешанного типа — нижние экстравагинальные, выше по стеблю — интравагинальные. Ось I порядка имеет структуру интравагинального побега. На экстравагинальных боковых побегах 3—4 чешуйчатых листа, 2 переходных и только 5—6-й развивается в нормальный зеленый лист.

Израстание обычно начинается в верхних цветках колоска (зерновки образуются в 2—3 нижних). В каждом колоске формируется до 3—5 побегов. Иногда метелки манника настолько сильно израстают, что полностью изменяют свой облик: веточки метелок укорачиваются, колоски, метаморфизированные в вегетативные побеги, скучиваются. Вследствие этого образуются своеобразные воздушные дернинки. Длина отдельных побегов в них до конца верхнего листа достигает 10 см и более. Такие дернинки могут переноситься ветром или течением, быстро укореняются и образуют нормально развитые растения.

В экспериментальных условиях нам удалось проследить рост и развитие вивипарных растений в течение 3 лет до образования генеративных побегов.

Укоренившиеся вивипарные побеги хорошо развиваются и к осени формируют дочерние побеги (оси II порядка), которые сначала растут диагеотропно, образуя корневищную часть с несколькими междоузлиями. На конце корневища формируется розетка листьев или «зона укороченных междоузлий» [4]. Такая розетка с 3—4 развитыми зелеными листьями зимует. На второй год из розеток развиваются более крупные побеги, но они проходят лишь второй этап органогенеза — выход в трубку. Отдельные побеги достигают 80 см высоты и имеют 8—10 хорошо развитых зеленых листьев. Растения хорошо кустятся. К концу вегетации образуется по 3—4 дочерних побега I порядка и 1—3 побега — II порядка. Надземная часть материнского побега (ось I порядка) отмирает к этому времени, но все дочерние побеги еще соединены корневи-

шам с его базальной частью. Дочерние побеги I порядка высотой 30—40 см несут по 5—6 зеленых листьев, побеги II порядка образуют корневища — оси III порядка и зимующие розетки. На 3-й год жизни из зимующих розеток развиваются генеративные побеги (оси IV порядка). К этому времени материнский побег полностью отмирает, от побегов II и III порядка сохраняются частично корневища и базальная часть. Следовательно, вивипарные особи манника распадаются на клоны на 3-й год жизни.

Материнской осью клона часто бывает генеративный побег, он довольно хорошо развит, достигает 100—120 см высоты. Большинство побегов в это время прошло V этап органогенеза, образовало вполне сформированные метелки, некоторые начали колоситься. Но, к сожалению, вероятно, из-за неблагоприятных экологических условий (недостаток влаги, света и др.) цветения не наблюдалось. Более интенсивно по сравнению со 2-м годом жизни идет и кущение. К концу вегетации образуются дочерние побеги II—III порядка. Таким образом, клон к концу 2-го года жизни уже достаточно сложно устроен. Он состоит из материнского побега, часто генеративного (ось IV порядка), и 8—12 дочерних вегетативных побегов разной степени развития — от вполне сформированных удлинённых побегов (60—80 см высоты) до розеточных (оси VII порядка).

Генеративные побеги у вивипарных особей манника формируются на 3-й год жизни, в то время как у репродуктивных, т. е. выросших из семени, — на 4-й год. Следовательно, происходит ускоренное развитие вивипарных растений, что имеет важное значение в биологии вида в целом.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. К о з о - П о л я н с к и й Б. М. Основной биогенетический закон с ботанической точки зрения. Воронеж, 1937.
2. С е р е б р я к о в И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М., 1952.
3. С е р е б р я к о в Т. И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. М., 1971.
4. С м и р н о в П. А. Флора Приокско-Террасного государственного заповедника. — Тр. Приокско-Террасного гос. заповедника. 1958, 2.
5. Т а х т а д ж а н А. Л. Вопросы эволюционной морфологии растений. Л., 1954.
6. Ш у л ь ц Г. Э. Случай экспериментальной вивипарии у злака. — Бот. ж., 1939, 24, 3.
7. G o e b e l K. Organographie der Pflanzen. Aufl., Iena, G. Fischer, 1913, 1, 2.
8. L a m b e r t I. M. *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb. — J. Ecol., 1947, 34, 2.

Центральная научно-исследовательская лаборатория  
охраны природы МСХ СССР

## О ЗАБОЛАЧИВАНИИ МЕЛКОВОДИЙ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Растительность литорали Иваньковского водохранилища с момента его наполнения и до последнего времени изучалась довольно детально. В 1957 г. составлена схема зарастания водохранилища, измерены площади, занимаемые основными фитоценозами [3]. Характеристика водной растительности и закономерности ее распределения на разных стадиях становления водоема даны в работах Ю. Д. Шмелевой, А. А. Потапова, В. А. Экзерцева [1, 2, 4, 5].

Для выявления направления сукцессий растительного покрова и изменения величин площадей, занятых основными ассоциациями за последние 15 лет, Институтом биологии внутренних вод совместно с институтом Гидропроект в 1972—1974 гг. проведены маршрутные обследования растительности и спектрозональная аэрофотосъемка мелководий водохранилища. Эти материалы и данные 1957 г. послужили основой для настоящего сообщения. Необходимо отметить, что погруженная растительность не всегда четко выявляется на аэрофотоснимках, поэтому площади погруженных группировок в 1972 г. несколько занижены.

Растительность литорали Иваньковского водохранилища завершила свое формирование. Она представлена вполне сложившимися ассоциациями, четко приуроченными к отдельным типам грунтов. На данном этапе развития растительности при стабильном летнем уровне, характерном для водоема, решающее значение приобретают внутриводоемные процессы, вызывающие эндогенные сукцессии растительности. Ежегодное накопление растительной массы на мелководьях, анаэробные условия ее разложения и как результат изменение трофических условий грунтов и вод вызывают смену одних фитоценозов другими. Прогрессирующее накопление растительных остатков приводит к возникновению сплошного плавающего ковра из отмерших, но неразложившихся побегов.

Сплавина обычно возникает в ассоциациях воздушно-водной растительности, имеющих высокие показатели продуктивности и расположенных на участках, не обсыхающих в течение летнего периода. Сплавинообразователями являются фитоценозы с господством *Glyceria maxima* или *Equisetum fluviatile*, или *Phragmites communis* и даже *Zizania latifolia*. Начиная возникать в виде отдельных пятен, плавающий ковер довольно быстро разрастается, нарастает в толщину и полностью вытесняет существовавшую ранее ассоциацию. На растительных остатках поселяются пионеры зарастания, такие как *Typha latifolia*, *Cicuta virosa*, *Alisma plantago-aquatica*, а также болотные виды — *Calla palustris*, *Comarum palustre* и ряд др. В результате мелководье водохранилища пре-

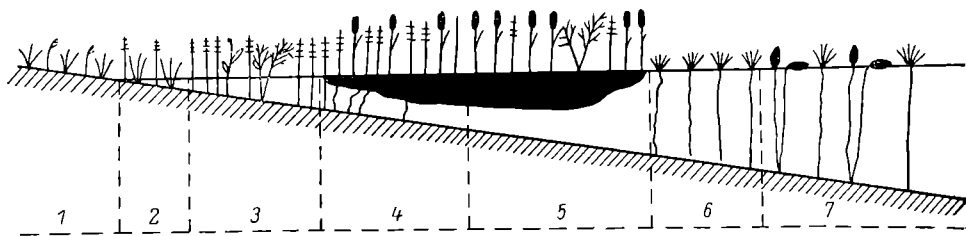
вращается в типичную болотную топь. Экологический ряд ассоциаций в зависимости от нарастания глубины в период сплавинообразования состоит из следующих растений (см. рисунок).

Но кроме изменения растительного покрова мелководий в результате заболачивания происходило и увеличение степени зарастания водохранилища (см. таблицу). Если в 1957 г. прибрежно-водная растительность занимала площадь 5464.7 га (16.7% от площади водоема), то в 1972 г. она составила 7638.3 га (23.4% от площади водохранилища).

Площади основных формаций гидрофильной растительности  
Иваньковского водохранилища

Заросли	1957 г.		1973—1974 гг.	
	площадь, га	% от общей площади зарослей	площадь, га	% от общей площади зарослей
Воздушно-водная растительность . . . . .	3310.1	60.8	3750.9	49.1
<i>Carex acuta</i> . . . . .	771.7	14.6	162.2	2.1
<i>Glyceria maxima</i> . . . . .	1264.9	23.0	149.3	1.9
<i>Phragmites communis</i> . . . . .	441.2	8.1	629.9	8.3
<i>Equisetum fluviatile</i> . . . . .	517.9	9.5	1607.6	21.1
<i>Eleocharis palustris</i> . . . . .	9.9	0.2	—	—
<i>Sagittaria sagittifolia</i> . . . . .	292.5	5.2	—	—
<i>Rorippa amphibia</i> . . . . .	12.0	0.2	—	—
<i>Typha angustifolia</i> , <i>T. latifolia</i> . . . . .	—	—	288.5	3.8
<i>Scirpus lacustris</i> . . . . .	—	—	45.6	0.6
<i>Zizania latifolia</i> . . . . .	—	—	10.4	0.1
<i>Acorus calamus</i> . . . . .	—	—	0.4	0.0
Прочие . . . . .	489.0	8.8	857.0	11.2
Плавающая растительность . . . . .	304.7	5.5	836.9	11.0
<i>Polygonum amphibium</i> . . . . .	217.3	4.0	249.4	3.3
<i>Nymphaea candida</i> . . . . .	78.7	1.4	525.2	6.9
<i>Potamogeton natans</i> . . . . .	8.7	0.1	—	—
Прочие . . . . .	—	—	62.3	0.8
Погруженная растительность . . . . .	1274.4	23.4	517.3	6.8
<i>Potamogeton lucens</i> . . . . .	341.1	6.3	—	—
<i>P. pectinatus</i> . . . . .	65.1	1.2	466.5	6.1
<i>P. perfoliatus</i> . . . . .	507.0	9.3	—	—
<i>Myriophyllum spicatum</i> . . . . .	361.2	6.6	4.1	0.1
Прочие . . . . .	—	—	46.7	0.6
Свободно плавающая растительность . . . . .	86.5	1.5	727.4	9.5
<i>Stratiotes aloides</i> . . . . .	86.5	1.5	715.4	9.3
<i>Ceratophyllum demersum</i> . . . . .	—	—	12.0	0.2
Сплавины . . . . .	—	—	1752.7	22.9
Деревья и кустарники . . . . .	—	—	53.1	0.7
Итого . . . . .	5464.7	100	7638.3	100

За рассматриваемый период большие изменения претерпела группа воздушно-водной растительности. Резко увеличились площади болотных группировок: *Equisetum fluviatile*, *Typha angustifolia*, *Scolochloa festucaceae*. Так, хвощ в настоящее время занимает в 3 раза большие площади, чем в 1957 г. Фитоценозы тростянки, ранее встречавшиеся лишь в устье р. Сози, последними исследованиями отмечены на многих участках Иваньковского плеса. Но главный показатель заболачивания — образование славин. Славины встречаются в заливах, протоках и других защищенных участках мелководий на глубине 60—80 см и зани-



Характерный для периода образования славин экологический ряд ассоциаций, сменяющих друг друга в зависимости от нарастания глубины.

1 — *Calamagrostis lanceolata* + *Carex acuta*, 2 — *Carex acuta* + *Equisetum fluviatile*, 3 — *Equisetum fluviatile* + *Cicuta virosa* + *Ranunculus lingua*, 4 — *Equisetum fluviatile* + *Typha latifolia* + *Calla palustris* (на славине), 5 — *Typha latifolia* + *Equisetum fluviatile* + *Cicuta virosa* + *Spirodela polyrrhiza* (на славине), 6 — *Stratiotes aloides* — *Spirodela polyrrhiza*, 7 — *Stratiotes aloides* — *Nymphaea candida*.

мают значительные площади — 1752.7 га (22.9 % от площади зарослей). Исследованиями прошлых лет отмечалось лишь начало возникновения славин, резкое же увеличение их площадей произошло только за последние 5—10 лет. На фоне прогрессирования болотных группировок (см. таблицу) заметно сокращение площадей конкурентно-нестойкой пионерной растительности, широко распространенной в начальный период становления водохранилища. Так, сообщества с господством *Sagittaria sagittifolia* стали очень редки, в то время как в предыдущий период фитоценозы стрелолиста встречались в литорали водохранилища постоянно. Почти полностью исчезли или представлены лишь небольшими фрагментами ассоциации с господством *Eleocharis palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Oenanthe aquatica*, *Glyceria fluitans*, *Sparganium simplex*. Значительно сократились площади, занятые осочниками. Но это явление объясняется сменой осочников ивняками, вплотную подходящими к урезу воды. Резкое уменьшение площади зарослей *Glyceria maxima* произошло за счет участия их в славинообразовании.

Завершая характеристику группы воздушно-водной растительности, интересно отметить, что посадки *Zizania latifolia* на Иваньковском плесе водохранилища в условиях бурно протекающих эндогенных сукцессий сохранились и площадь их воз-

росла. Сообщества риса в настоящее время не угнетены и конкурентноспособны, однако отсутствие уборки зеленой массы приводит к началу сплавинообразования и в посадках этого кормового растения.

Хотя состав группы формаций плавающей растительности за последние 15 лет не изменился (как и прежде она представлена формациями *Nymphaea candida*, *Nuphar luteum*, *Polygonum amphibium*, *Potamogeton natans*), площади, занятые плавающей растительностью, возросли значительно: в 1957 г. — 304.7 га, в 1974 г. — 836.9 га. Особенно увеличились заросли *Nymphaea candida*. Сообщества *Polygonum amphibium* ранее наблюдались обычно в заливах, а на открытых участках — лишь в верховьях Шошинского плеса. В настоящее время горец земноводный довольно часто встречается и на открытых участках Иваньковского и Волжского плесов.

Как уже отмечалось, по данным аэрофотосъемки, величины площадей погруженной растительности занижены по чисто техническим причинам. Маршрутные обследования 1973—1974 гг. показали, что хотя ассоциации телореза на большинстве участков вытеснили заросли урути, как и прежде на водохранилище довольно широко распространены фитоценозы с господством *Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *P. pectinatus*. Значительно сократились площади ассоциаций *Ranunculus circinatus*, также уступивших место зарослям телореза и кувшинки.

Свободно плавающая растительность в настоящее время представлена формациями *Stratiotes aloides* и *Ceratophyllum demersum*. Сообщества элодеи, ранее занимающие большие площади, не встречаются совершенно. Телорез — характерный представитель болотных растений. Сообщества его уже в 1957 г. начали интенсивно распространяться на защищенных мелководьях, вытесняя заросли рдестов, уруги и лютика жестколистного. Сейчас они занимают большие площади, ежегодно создавая огромные величины зеленой массы. Ввиду высокой производительности сообщества телореза могут явиться причиной сплавинообразования. Однако в настоящий период этого еще не произошло. Нами указывалось [4], что для предотвращения заболачивания необходимо ежегодно скашивать и извлекать из водоема большую часть растительности, особенно воздушно-водной. В настоящее время наряду с уборкой необходимо проведение мероприятий по уничтожению сплавин или отчленению от водохранилища участков, занятых ими.

По данным 1972 г., наиболее заросший — Шошинский плес, около 40% его площади занято зарослями макрофитов, среди них сплавины составляют 20%. На втором месте по степени зарастания стоит Волжский плес, зарос на 18%, сплавины составляют 8% от площади зарослей. Наконец, наименее заросшим является Иваньковский плес, растительность занимает 13% его площади. Однако мелководья этого плеса наиболее заболочены, 39% площади его растительности занято сплавинами.



1. Потапов А. А. Заращение водохранилищ при различном режиме уровней. — Бот. ж., 1959, 9.
2. Шмелева Ю. Д. Заращение и анофелогенность Иваньковского водохранилища. — В кн.: Строительство водохранилищ и проблема малярии. М., 1954.
3. Экзерцев В. А. Продукция прибрежно-водной растительности Иваньковского водохранилища. — Бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1958, 1.
4. Экзерцев В. А. Заращение литорали волжских водохранилищ. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1963, 6 (9).
5. Экзерцев В. А. Растительность Иваньковского водохранилища. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1971, 21 (24).

Институт биологии внутренних вод  
АН СССР

Б. А. Вайнштейн

**О НАХОЖДЕНИИ ВОДЯНОГО КЛЕЩА  
*Sperchon (Palpisperchon) crassipalpis*  
(*Sperchontidae*, *Acariformes*) В ФАУНЕ СССР**

В 1941 г. Лундблад [3] установил новый род *Palpisperchon* с единственным видом *P. mirabilis* Lundblad, 1941 из Бирмы. Впоследствии Кук [2] свел этот род в подрод рода *Sperchon* Kramer, 1877 и включил в него еще 2 вида: *S. crassipalpis* Marchal, 1933 из Северной Америки и *P. distans* Scheffler, 1972 из окрестностей Байкала. Таким образом, к настоящему времени известно 3 вида этого подрода. *S. crassipalpis* обнаружен в сборах с Камчатки, любезно присланных нам И. И. Куренковым, и впервые регистрируется в фауне Советского Союза. Точное определение оказалось возможным благодаря любезности доктора Кука (D. R. Cook, Wayne State University, Michigan, U. S. A.) и доктора Шеффлера (W. Scheffler, Deutsche Akademie Wissenschaften zu Berlin, D. D. R.), приславшим образцы для сравнения. Автор выражает всем названным лицам сердечную признательность.

Учитывая неполноту имеющегося описания *S. (P.) crassipalpis* [4], целесообразно переописать вид заново.

*Sperchon (Palpisperchon) crassipalpis* Marshall, 1933. Тело овальное (рис. 1). Глазные капсулы сильно выпуклые. Кожа толстая, у самцов вся, у самок на переднем скате тела с крупными круглыми сосочками и мелкими складками между ними (рис. 2, *E. Ж*). Туловищных щетинок 18 пар, из них, как обычно, лишь 3 пары (ТВ, ЗВ и АВ) не связаны с кожными железами. (Обозначения щетинок по [1]). Кожные железы крупные, конические, погруженные в толщу кожи (рис. 2, *Г, Д*). Щетинки сидят на их боковой или передней поверхности. Гипостом (рис. 2, *З*) короткий,

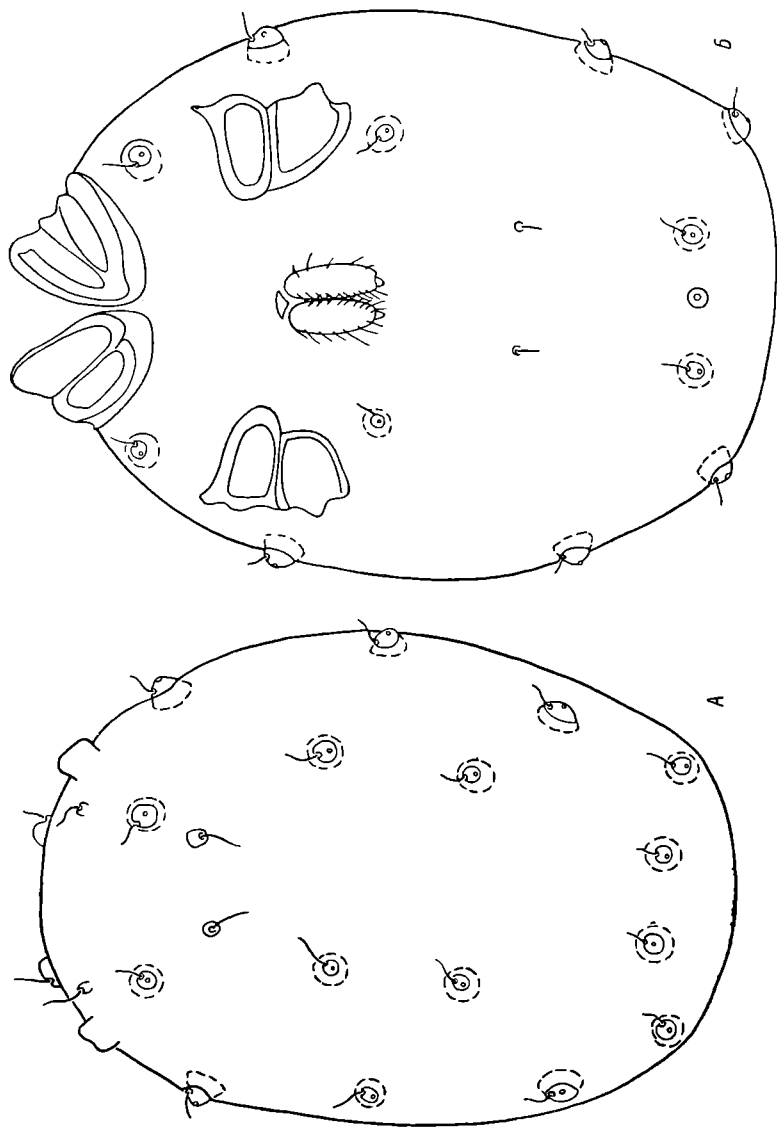


Рис. 1. Общий вид *Spermion crassipalpis*.  
 А — сверху, Б — снизу.

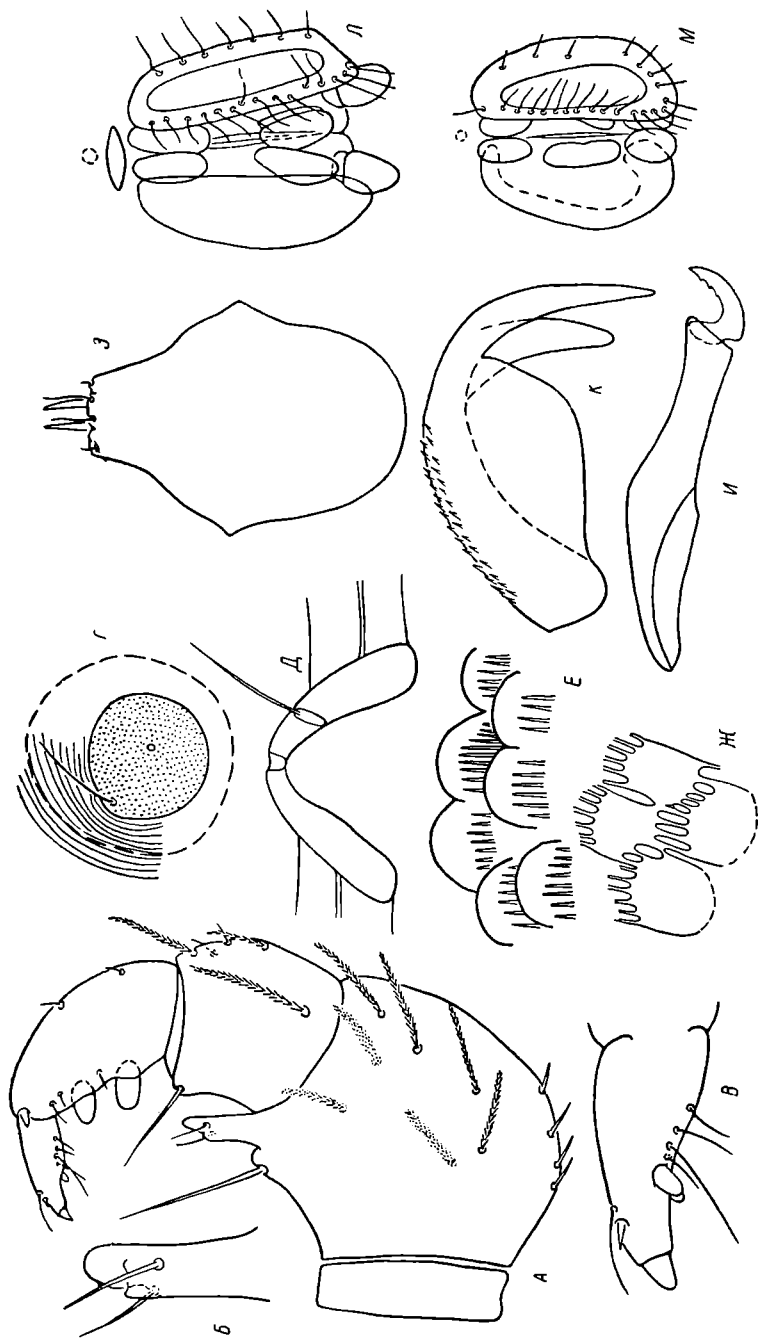


Рис. 2. Детали строения *Sperechon crassipalpis*.

А — педипальпа, В — выступ педипальпы, Г — кожная железа, Д — то же, вид сбоку, Е — кожные бугорки сбоку, Ж — то же сверху, З — гипостом снизу, И — хелицера сбоку, К — ноготок, Л — наружные половые органы самки, М — то же самца.

широкий. Хелицеры (рис. 2, *И*) с мелкими зубцами на антихеле. Педипальпы (рис. 2, *А*) короткие, массивные, изогнуты вентрально. Их бедро со сложно устроенным выступом (рис. 2, *Б*), несущим на вершине 2 щетинки. С внутренней стороны бедра 4, с наружной 3 перистые щетинки. На дорсальной поверхности бедра несколько мелких проксимальных щетинок, на вентральной — 1 длинная дистальная. Колено педипальпы также несет длинную вентральную щетинку, сидящую на едва выраженном дистальном бугре. Кроме того, на колене 3 крупные перистые и 3 мелкие гладкие щетинки. Голень педипальпы вооружена 2 крупными вентральными штифтами, сидящими друг от друга на расстоянии, равном или превышающем их диаметр. Небольшой дорсальный шип расположен на дистальном конце членика. Кроме того, на голени 3 вентральные и 2—3 небольшие дорсальные щетинки. На лапке педипальпы (рис. 2, *В*) 2 вентральных штифта, сидящих рядом, крупный апикальный и мелкий дорсальный штифты. Щетинки 5: коротких 3, длинных 2. Ноги мощные, с многочисленными шиповидными более или менее оперенными щетинками и с редкими короткими волосовидными. Плавательные щетинки отсутствуют. Коготки парные. Каждый из них (рис. 2, *К*) с 2 вершинными зубцами и вентральной лопастью. Дорсальная поверхность коготка покрыта мелкими шипиками. Генитальные створки в сложенном виде представляют собой суженный спереди овал. Обе передние пары генитальных присосок сильно удлинненные. Задняя пара присосок у самца (рис. 2, *М*) овальная, у самки (рис. 2, *Л*) коническая, выступающая за край створки. Ноги, тазики и генитальные створки сильно склеротизованы, с пористой скульптурой. Гипостом и педипальпы также сильно склеротизованы, с сетевидной выпуклой скульптурой.

Размеры (в мкм) средние из всех промеров. В скобках указаны наименьшие и наибольшие размеры. Самки: длина генитальной створки — 235 (212—249); длина члеников педипальпы: бедра — 169 (155—179), колена — 104 (98—106), голени — 124 (114—130), выступа бедра — 64 (57—74); длина гипостома — 342 (294—383); длина члеников ноги I: бедра I — 117 (98—139), бедра II — 144 (130—163), колена — 236 (204—249), голени — 250 (228—277), лапки — 241 (224—261). Самцы: длина генитальной створки — 195 (184—204); длина члеников педипальпы: бедра — 144 (130—155), колена — 85 (82—90), голени — 106 (98—110); длина гипостома — 298 (285—310); длина члеников ноги I: бедра I — 98, бедра II — 130 (122—139), колена — 209 (204—212), голени — 223 (216—236), лапки — 219 (212—224).

М а т е р и а л: р. Сокач 3 IV 1967, 4 самки, 5 самцов, 2 нимфы; там же 3 VII 1968, 1 самка, 1 самец; р. Кирпичная 19 III 1969, 1 самка; р. Плотникова 21 III 1969, 1 самец.

#### ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВ ПОДРОДА *PALPISPERCHON* РОДА *SPERCHON*

- 1 (2). Вентральные штифты на голени педипальпы соприкасаются друг с другом. Бирма . . . . . *S. (P.) mirabilis* (Lundblad, 1941).

- 2 (1). Вентральные штифты на голени педипальпы не соприкасаются друг с другом.
- 3 (4). Вентральный бугор на колене педипальпы сильно выражен. Генитальные присоски мелкие, округлые, их диаметр много меньше расстояния между присосками 1 и 2 и примерно равен расстоянию между присосками 2 и 3. Прибайкалье . . . . . S. (P.) *distans* (Scheffler, 1972).
- 4 (3). Вентральный бугор на колене педипальпы выражен слабо. Генитальные присоски удлинённые, явно больше расстояний между их парами. Северная Америка, Камчатка . . . . . S. (P.) *crassipalpis* Marshall, 1933.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В а й н ш т е й н Б. А., Т у з о в с к и й П. В. Туловищный хетом водных клещей, его онтогенез и эволюция. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 25 (28).
2. C o o k D. R. Water mites genera and subgenera. — Mem. Amer. entomol. inst., 1974, 21.
3. L u n d b l a d O. Neue Wassermilden. — Entomol. tidskr., 1941, 62.
4. M a r s h a l l R. Water mites from Wyoming as fish food. — Trans. Amer. Microscop. Soc., 1933, 52 (1).

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

П. В. Т у з о в с к и й

### НИМФА *LEBERTIA SCHMIDTII* THOR, 1911 (*LEBERTIIDAE*, *ACARIFORMES*)

Нимфа *Lebertia schmidtii* до сих пор была не известна. Для установления видовой диагностики мы отлавливали нимф в природе, а затем воспитывали их в лабораторных условиях до взрослых клещей.

Длина тела 480—700 мкм. Передняя пара щетинок (рис. 1, А) на дорсальной поверхности крупная, перистая, почти в 3 раза длиннее остальных туловищных щетинок, которые обычно гладкие, но иногда расщеплены на вершине. Внутренняя затылочная и внутренняя теменная щетинки, как и у взрослых лебертий [1], являются ботридиями. Щелевидных органов на спине 4 пары. Первая пара щелевидных органов (рис. 1, А,  $i_1$ ) расположена несколько латеральнее заднего края глаз, вторая (рис. 1, А,  $i_2$ ) — в промежутке между рядами височных и плечевых щетинок, третья (рис. 1, А,  $i_3$ ) — позади плечевых щетинок, четвертая (рис. 1, А,  $i_4$ ) — медиальнее и сзади лопаточной наружной щетинки. Коксальные щиты (рис. 1, Б) слиты между собой и обра-

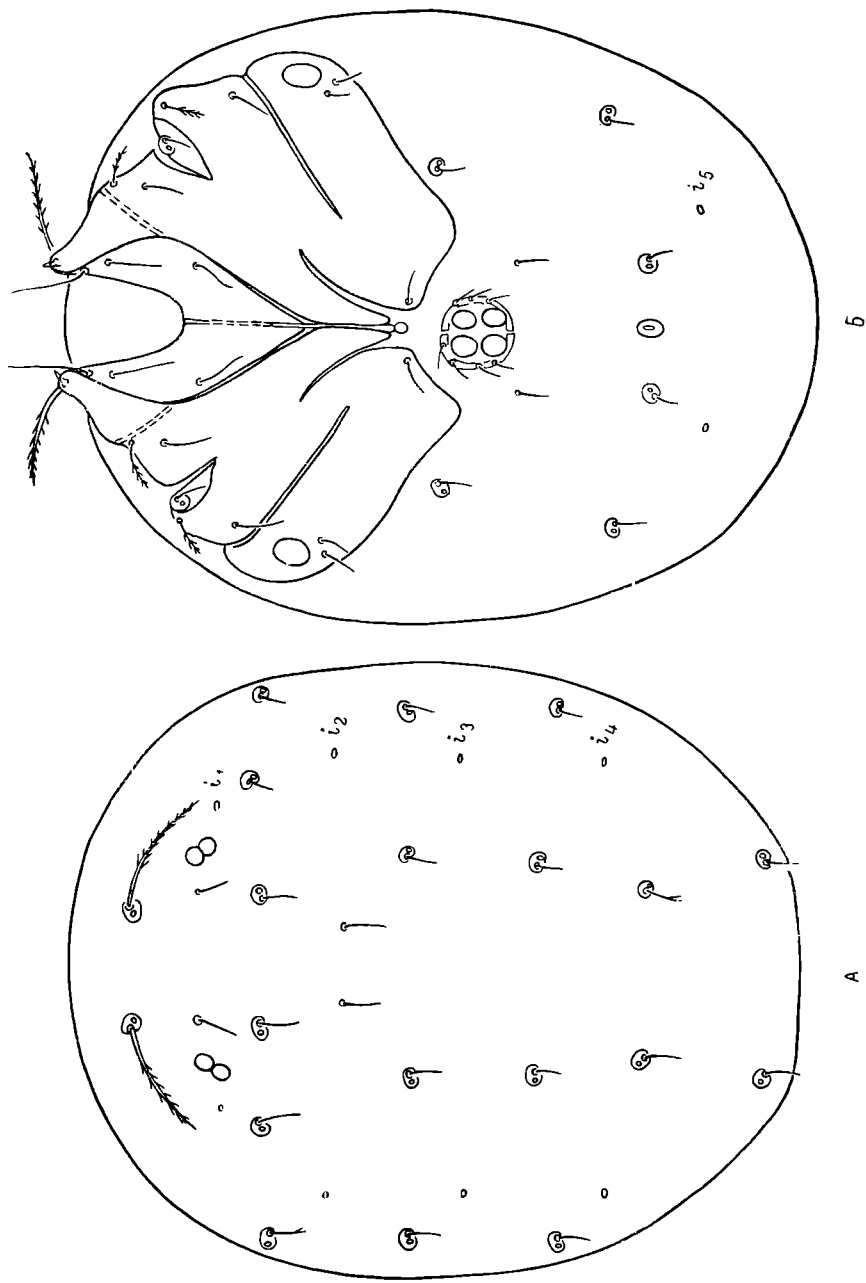


Рис. 1. Нимфа *Lebertia schmidtii*.  
 А — сверху, Б — снизу;  $i_1$ — $i_5$  — щелевидные органы.

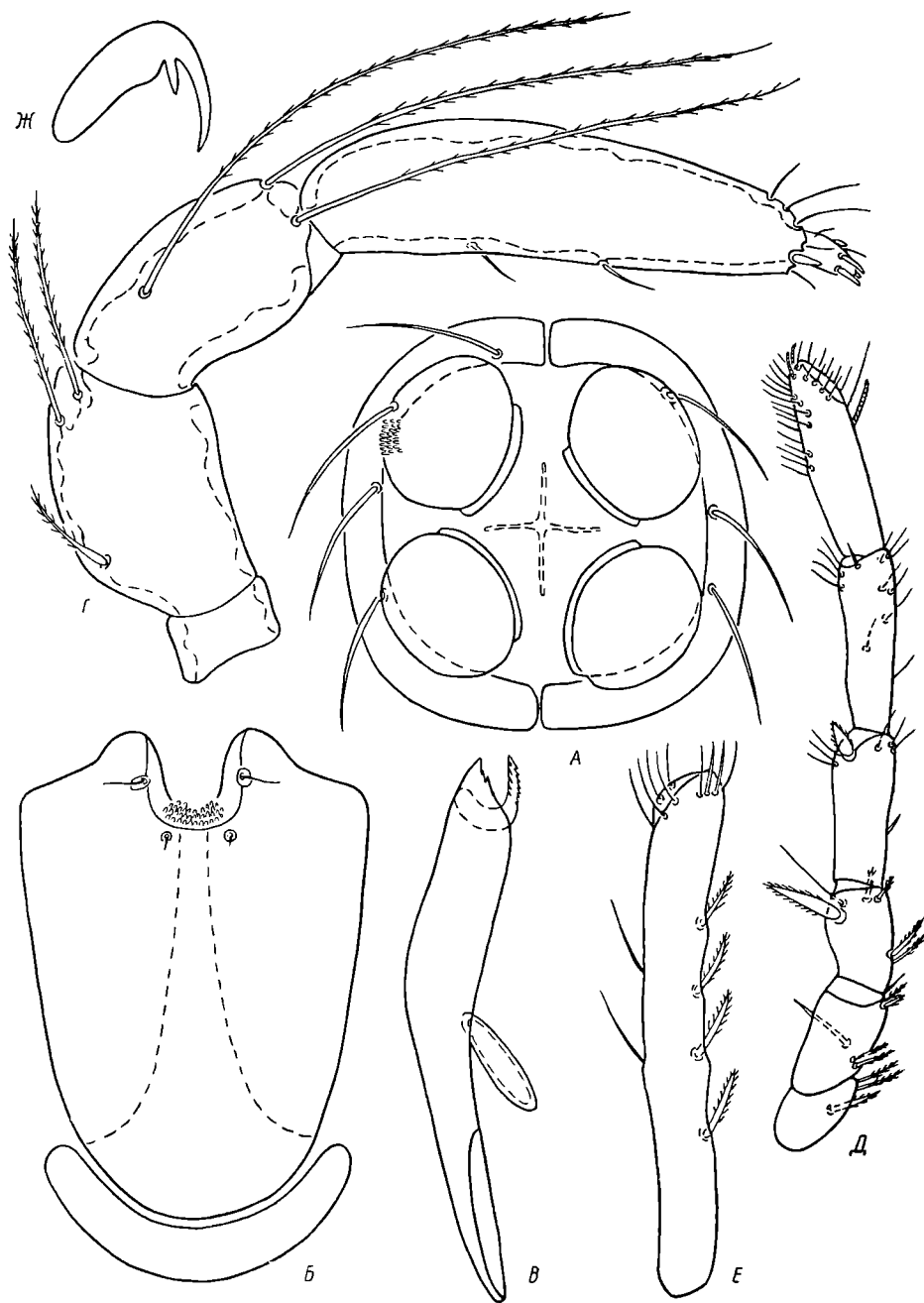


Рис. 2. Детали строения нимфы *Lebertia schmidtii*.

А — генитальный орган, Б — гипостом снизу, В — хелицера, Г — педипальпа, Д — нога I, Е — лапка ноги IV, Ж — коготок.

зуют поперечный панцирь, максимальная длина которого равна 390 мкм, максимальная ширина 530 мкм. Шов между коксами I отчетливо выражен лишь в задней его части, а в передней едва различим. Между коксами II шов хорошо развит. Шов между тазиками I почти вдвое длиннее шва между тазиками II. Коксы II и III в латеральной части слились полностью между собой, а близ медиального края образуют изогнутый шов. Тазики III и IV в латеральной части образуют прямой шов, а в медиальной они срослись полностью до его исчезновения. На переднем конце кокс I с дорсальной поверхности располагаются небольшой шип и крупная опушенная щетинка, а с вентральной — 3 гладкие, из которых передние длиннее задней. На тазаках II две щетинки — гладкая и опушенная. На тазаках III пара межтазиковых щетинок, снабженных кожными железами, и 2 пары обычных щетинок вдоль латерального края. Тазики IV слегка вогнуты по медиальному краю и образуют широкую генитальную выемку, которая более чем вдвое короче таковой между тазиками I. Расстояние между этими выемками равно 220 мкм. Экскреторное отверстие окружено склеротизированным анальным щитком. Пятая пара щелевидных органов (рис. 1, Б,  $i_5$ ) находится в задней части туловища, несколько латеральнее хвостовой внутренней щетинки.

Половой орган с четырьмя овальными присосками, сидящими на очень коротких ножках (рис. 2, А). Генитальные створки узкие, изогнутые и несут по 3—4 щетинки. Наружная поверхность присосок усеяна очень мелкими отростками цилиндрической формы.

Гипостом (рис. 2, Б) сильно вытянут в длину. Его передний край с неглубокой овальной выемкой, окруженной двумя парами щетинок. Передние гипостомальные щетинки более чем вдвое длиннее задних. Ротовое отверстие обрамляют многочисленные мелкие присоски. Глотка, узкая у ротового отверстия, сильно расширяется на заднем конце. В дистальной части глотка окантована склеротизированной складкой.

Основной членик хелицеры (рис. 2, В) в 6 раз длиннее подвижного пальца. На дорсодистальном конце основного членика довольно крупный гиалиновый отросток. Подвижный палец хелицеры с двумя рядами мелких зубчиков.

На вертлуге педипальпы (рис. 2, Г) нет щетинок, на бедре I три щетинки: короткая проксимальная и 2 длинные дистальные, на бедре II проксимальная и 2 дистальные щетинки, причем первая несколько длиннее последних, на колене 2 вентральные, 5 дистальных щетинок и 1 шип. На тибіотарзусе 4 шипа и 2 щетинки. Длина члеников педипальпы, измеренная по дорсальной поверхности, соответственно равна 15, 65, 70, 100 и 25 мкм.

Ноги вооружены многочисленными перистыми и гладкими щетинками (рис. 2, Д). Общее число щетинок на ходильных конечностях следующее.



Нога	Вертелуг	Бедро I	Бедро II	Колено	Голень	Лапка
I	3	6	6—7	8—10	10—13	26—30
II	4	6—7	6—7	10—11	16—17	26—28
III	3	6	8—9	11—13	16—17	17—21
IV	3—4	3—4	11—12	15—16	21—22	13—15

Концевые членики передних трех пар ног вооружены преимущественно мелкими хетами, а на вентральной поверхности лапок IV (рис. 2, *Е*) имеются крупные перистые щетинки. На конце лапок I два крупных изогнутых соленидия и один дорсальный у вершины когтевого влагалища. На лапках II дорсального соленидия нет, а только 1—2 вентральных. На 5-м членике ноги II 3—4 плавательных волоска, на 4-м членике ноги III — 3, на 5-м членике ноги III — 5—6, на 4-м членике ноги IV — 3—4, на 5-м членике ноги IV — 6—8 плавательных волосков. Все плавательные щетинки длиннее члеников, на которых они сидят.

Коготки (рис. 2, *Ж*) с двумя зубцами и хорошо развитой когтевой пластинкой. Наружный зубец крупнее внутреннего более чем в 2 раза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вайнштейн Б. А., Тузовский П. В. Туловищный хетом водяных клещей, его онтогенез и эволюция. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 25 (28).

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

В. М. Т а р а н о в а

#### ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ *SYMPETRUM VULGATUM* L. (*ODONATA*)

*Sympetrum vulgatum* — вид, широко распространенный на территории СССР. Живет как в проточных, так и в непроточных водоемах. В районе пос. Борок найден среди прибрежной растительности в больших и малых реках, прудах и мелких водоемах. В литературе имеются сведения о жизненных циклах 3 других видов этого рода — *S. striolatum* [2], *S. foncolombii* [3], *S. danae* [4]. Личинки всех этих видов развиваются в течение года, перезимовывая на средних стадиях развития. Отдельные наблюдения по биологии *S. vulgatum* проведены в Литве [1]. Молодые личинки вылупляются поздно осенью и в таком состоянии переживают зиму.

Материал по жизненному циклу *S. vulgatum* собирали в 1973 и 1974 гг. в водоемах различного типа. Имаго отлавливали около водоемов и вдаль

от них. Личинок фиксировали, а затем под бинокляром измеряли ширину маски и головы, расстояние между антеннами, длину крыловых зачатков. Подсчитывали число боковых и подбородочных щетинок, а также число зубцов на переднем крае маски и на дистальном крае боковой лопасти маски, число члеников антенны и лапки.

В природе единичные имаго появляются в начале июля, а в массе — в конце июля—начале августа. Спаривание начинается с середины августа. Самка откладывает яйца во влажный грунт, сбрасывая их кучками среди прибрежной растительности. При откладке яиц самец сопровождает самку. Лёт имаго продолжается до конца октября. Яйца остаются на зиму и промерзают. То, что

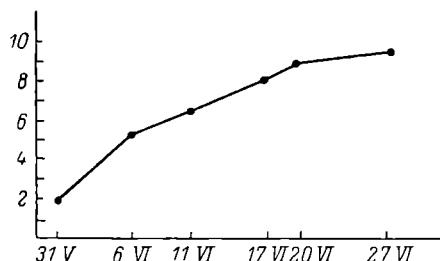


Рис. 1. Развитие личинок в мелких водоемах.

По оси ординат — стадия развития, по оси абсцисс — дата.

вид *S. vulgatum* перезимовывает в фазе яйца, и отличает его от ранее изученных видов этого рода. Развитие личинок начинается при оттаивании грунта и заполнении водоема водой, молодые личинки могут вылупляться и подо льдом. Первые 3 линьки проходят в течение суток. При этом личинки почти не передвигаются, а сидят на стеблях водных растений или грунте. К концу мая, когда температура воды в мелких хорошо прогреваемых водо-

еммах достигает 10°, в пробах попадаются личинки 4—5-й стадии развития. Заканчивают они свое развитие к концу июня. Первые личинки финальной стадии (рис. 1) появляются с середины июня, а к концу месяца почти все личинки достигают этой стадии. Вылупление имаго происходит на берегу на стеблях прибрежной растительности.

В течение жизненного цикла личинки проходят 10 стадий развития. Для определения числа стадий наряду с природным материалом использованы данные, полученные в лаборатории. Из яиц, найденных в природе, выводили и выращивали личинок стрекоз. Шкурки перелинявших личинок собирали и описывали.

За период своего развития личинка превращается из молодой бесцветной особи с плохо выраженным рисунком на брюшке в серовато-коричневую личинку с четким рисунком. Увеличиваются средние размеры тела и отдельных органов. На 5-й стадии появляются крыловые зачатки. У личинок финальной, т. е. 10-й, стадии через личиночные покровы крыловых зачатков видны крылья имаго с четким жилкованием. Изменяется число члеников лапки. 1-члениковая лапка, характерная для личинок младших возрастов, делится косой плоскостью на 2 неравные части — короткую дистальную и длинную латеральную, затем 2-й членик

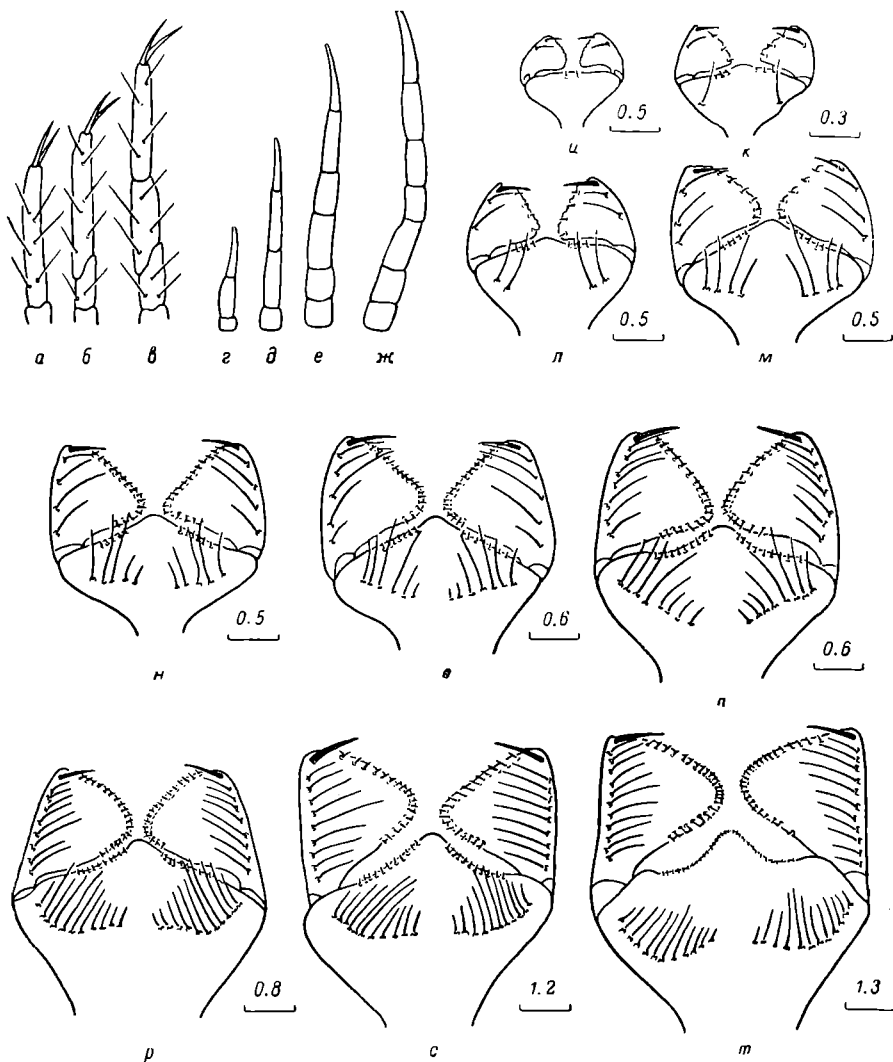


Рис. 2. Детали строения личинок разных стадий.

Лапки: а — 1—4-й стадии, б — 5, 6-й, в — 7—10-й стадии; антенны: г — 1—3-й стадии, д — 4—6-й, е — 7, 8-й, ж — 9, 10-й стадии; и—т — маски личинок 1—10-й стадий.

лапки делится обычным способом на 2 почти равные части. Старшие стадии личинок имеют уже 3-члениковую лапку (рис. 2, а—в). Увеличивается число члеников антенны. У молодых личинок антенны 3-члениковые, затем 2-й членик делится на 2 части. У 4-члениковых антенн пополам делятся 3-й и 4-й членики, а у 6-члениковых на 2 части делится 3-й членик. У взрослых личинок антенны 7-члениковые (рис. 2, г—е). Наиболее четкие морфологические отличия одной стадии от другой найдены при изучении строения маски. После линьки прибавляется по 1 или 2 щетинки на каждой стороне подбородка и на боковой лопасти маски, по 1 зубцу на переднем крае маски и по несколько зубцов на боковой лопасти. Молодые личинки на переднем крае имеют 2 группы симметрично расположенных зубцов, у личинок финальной стадии зубцы сливаются в одну линию.

Таким образом, личинки различных стадий морфологически и по размерам отличаются друг от друга. Характеристика стадий развития личинок приведена в таблице. Пронимфальная стадия не изучена.

Характеристика различных стадий развития личинок

Стадия развития	Число члеников антенны	Число члеников лапки	Маска					Расстояние между антеннами, мм	Длина крыловых зачатков, мм
			число подбородочных щетинок	число щетинок на боковых лопастях	число зубцов на боковых лопастях	число зубцов на переднем крае	ширина, мм		
1	3	1	0	1	0	1	0.9±0.1	0.15±0.01	0
2	3	1	1	1	3	3	1.1±0.1	0.25±0.03	0
3	3	1	2	2	4	4	1.5±0.02	0.6±0.13	0
4	4	1	4	3	6	5	1.7±0.15	0.7±0.04	0
5	4	2	5	4	16	6	2.2±0.25	1.0±0.02	0.2±0.05
6	4	2	7	5	18	7	2.5±0.13	1.2±0.01	0.3±0.02
7	6	3	8—10	7	19	9	3.0±0.02	1.6±0.03	1.6±0.17
8	6	3	8—10	9	19	10	4.0±0.01	2.6±0.03	2.5±0.1
9	7	3	9—11	9—11	18—20	11	6.0±0.3	2.6±0.02	5.0±0.4
10	7	3	11—12	11—12	25—30	17	8.0±0.01	3.5±0.01	9.0±1.5

## ЛИТЕРАТУРА

1. Станените А. П. Биологическое исследование некоторых видов стрекоз. — Тр. АН ЛитССР, 1966, 3, 41.
2. Corbet P. S. The life-histories of *Lestes sponsa* (Hans) and *Sympetrum striolatum* (Charp) (*Odonata*). — Tijdschr. entomol., 1956, 99.
3. Gardner A. E. The life-history of *Sympetrum foncolombii* Selys (*Odonata: Libellulidae*). — Entomol. Gaz., 1951, 2.
4. Gardner A. E. The life-history of *Sympetrum danae* (Sulzer), *S. scoticum* (Donovan) (*Odonata*). — Entomol. Gaz., 1951, 2.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

САМКИ ХИРОНОМИД (*DIPTERA, CHIRONOMIDAE*).  
XVII

В статье описываются 2 вида рода *Chironomus*, распространенных в окрестностях Иркутского водохранилища. Общими для видов этого рода служат следующие признаки.

Теменные щетинки многочисленные. Лобные штифты крупные, цилиндрические. Антенны 6-члениковые, 3—5-й членики примерно одной формы. Переднеспинка видна сверху, впереди с небольшим вырезом, не достигающим до переднего края среднеспинки. Щетинки щитка многочисленные, разбросанные, голени передних ног на дистальном конце с закругленным вершинным выступом, голени средних и задних ног с черными гребешками и 2 шпорами. У основания вершинного выступа передней голени несколько крупных щетинок. Пульвиллы крупные. Передние жилки крыльев коричневые, г-м затемнена. Рукоятка радиальной жилки с несколькими щетинками посередине и обычными группами пор. Крыловая и грудная щетки хорошо развиты, крупные. 8-й стернит с крупными буграми, на которых разбросанно сидят щетинки. Задний край 8-го стернита посередине с вырезом. Выросты, ограничивающие вырез, крупные, нежные, округлые, покрыты мелкими пипиками. Сбоку от них небольшие, направленные к средней линии щеточки.

*Chironimus annularius* Meig. (рис. 1). Длина тела 4.5 мм, темно-коричневая. Швы затылочного склерита, основание постклипеуса и тормы узкие, черные. Лобные штифты коричневые. Антенны темно-коричневые, одноцветные, 1-й членик черно-коричневый. Антеннальное кольцо узкое, черное. Максиллярные щупики коричневые.

Переднеспинка и среднеспинка коричневые. Мезонотальные полосы темно-коричневые. Хетотаксия среднеспинки: дорсомедиальных щетинок 15, дорсолатеральных 50—55, преалярных 11, посталярных 1. Дорсолатеральные щетинки расположены широкими лентами. За дорсомедиальными полосами эти ленты образуют почти сходящиеся выступы. Преалярные щетинки окружены более светлым участком. Щиток светло-коричневый, с широкой темной полосой по переднему краю и узким черным кантом по заднему. Постнотум, мезостернум и пятна на плеврах от темно-коричневых до черных.

Ноги темно-коричневые, лапки всех ног немного светлее окрашены.

Крылья слегка коричневатые; г-м широкая. Рукоятка радиальной жилки коричневатая, с темно-коричневым пятном и 4—5 щетинками посередине. Промежуточный склерит затемнен. Жужжальце зеленое.

Брюшко коричневое. 8-й стернит часто темнее предыдущих. Бугры 8-го стернита с медиальной и задней стороны окантованы узкой черной полосой. Ветви аподемы черные, в дистальной

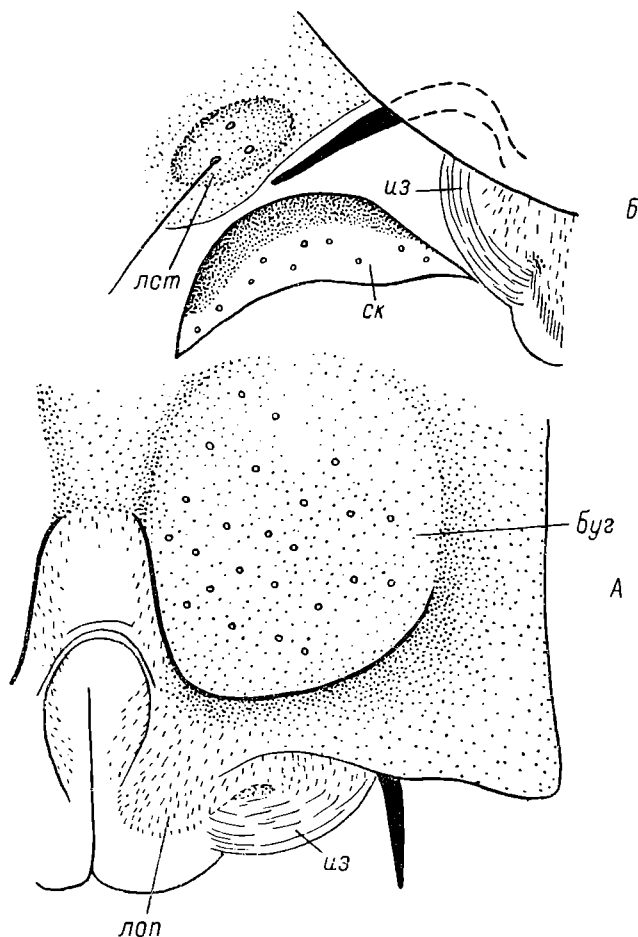


Рис. 1. Детали строения *Chironomus annularis*.

А — деталь 8-го стернита, Б — деталь конца брюшка сбоку; буг — бугры, лоп — лопасть, лст — латеростернит, ск — склерит 10-го тергита, из — щеточка.

половине узкие. Латеростернит отделен от 9-го тергита, с 3—4 щетинками. Склериты 10-го тергита по переднему краю затемнены, с 10 щетинками. Постгенитальная пластинка довольно крупная. Церки коричневые, медиальные края с нижней стороны загнуты внутрь.

Описывается по фиксированному материалу.

*Chironomus solitus* Lin. et Jerb. (рис. 2). Длина тела 6.0 мм, коричневато-серая, фиксированные экземпляры коричневые. Швы затылочного склерита узкие, черно-коричневые. Лобные штифты коричневатые. Антенны коричневые, последний членик темно-коричневый. Максиллярные щупики и клипеус темнее головы, коричневые.

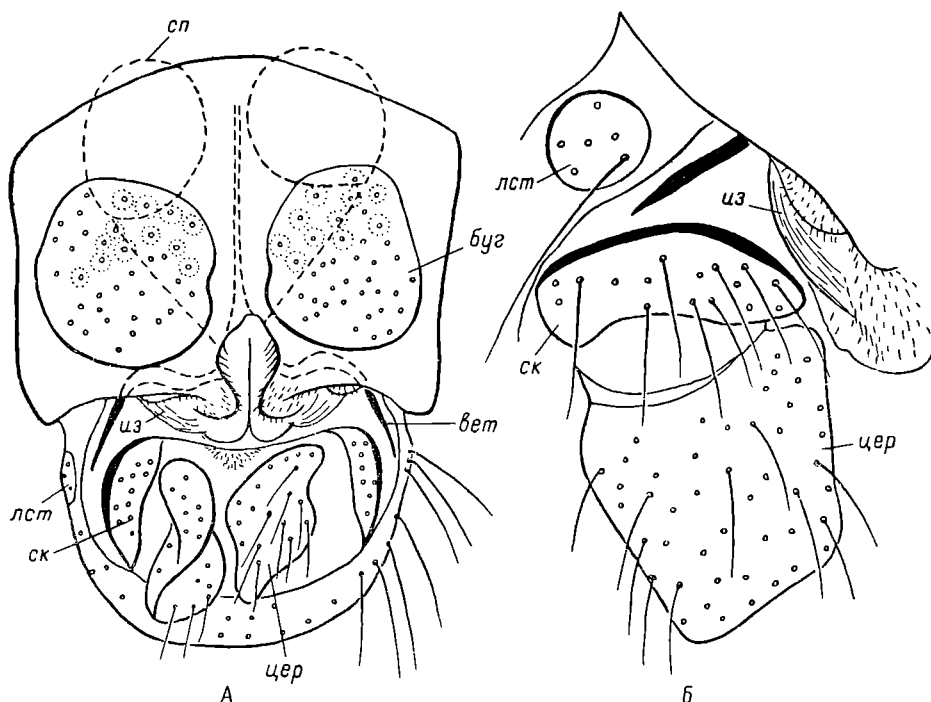


Рис. 2. Детали строения *Chironomus solitus*.

А — конец брюшка снизу, Б — деталь конца брюшка сбоку; *буг* — бугры 8-го стернита, *вет* — ветвь аподемы 8-го сегмента, *лст* — латеростернит, *ск* — склерит 10-го тергита, *сп* — сперматека, *цер* — церки, *из* — щеточка 8-го стернита.

Переднеспинка светлая. Полосы среднеспинки, постнотум и мезостернум темно-коричневые. Хетотаксия среднеспинки: дорсо-медиальных щетинок 22, дорсолатеральных 36, преалярных 9 (расположены в один ряд), посталярных 1. Щиток светлый, с широким темным передним краем и узким задним. Постнотум коричневый.

Ноги зеленовато-коричневые. Лапки затемнены на вершинах 1—3-го члеников, 4-й и 5-й членики коричневые целиком. г-т широкая. Рукоятка радиальной жилки посредине затемнена, с 3—4 щетинками. Промежуточный склерит затемнен. Жужжальце зеленое, с коричневатой ножкой.

Брюшко коричневое. Ветви аподемы сходны с таковыми предыдущего вида. Латеростернит круглый, выпуклый, с черным кантом со стороны 9-го тергита, с 6 щетинками. Склериты 10-го тергита по переднему краю черные, с многочисленными (до 16) щетинками. Церки гораздо светлее 8-го стернита, их передний край с ventральной стороны загнут наружу.

Описывается по фиксированному материалу.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР  
Иркутский университет

---

И. В. Покровская

### ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ПИЩУ ВОДНОЙ ФАУНЫ ЛЕСНЫМИ ВОРОБЬИНЫМИ ПТИЦАМИ

В литературе есть сведения о том, что многие лесные воробьиные птицы питаются, кроме наземных, также и водными беспозвоночными [2, 3, 8]. В Ленинградской обл. специально изучалось питание птенцов 11 видов лесных воробьиных водными беспозвоночными [4].

Мы задались целью исследовать это явление более подробно, охватив более широко видовой и возрастной состав воробьиных. Нами изучено питание 41 вида лесных воробьиных по содержанию зобов более 1030 экз. гнездовых птенцов и нескольких сотен желудков слетков и взрослых птиц. Питание птенцов изучалось по методике А. С. Мальчевского и Н. П. Кадочникова [1]. При этом учитывались не только водные беспозвоночные, но и вся водная фауна, включая позвоночных. Исследования проводились в Ленинградской обл. в бассейнах рек Оредеж, Луга, Ящера, Суйда и в Вырицком водохранилище в 1952—1962 гг.

Гнездовые птенцы питаются преимущественно личинками поденок, затем стрекоз и ручейников. Значительную роль в их питании играют жуки и их личинки, некоторые водяные клопы, водяные ослики и моллюски — легочные брюхоногие и сферииды из двустворчатых. Птенцы некоторых видов в большом количестве поедают головастиков 2 видов лягушек, иногда трионов.

Просматривая состав используемой водной фауны, легко заметить, что она состоит почти исключительно из представителей фитофильной фауны биоценозов малых водоемов и самой мелководной зоны более крупных водоемов. При этом из них отобраны наиболее крупные формы, т. е. то, что гидробиологи называют фитофильной макрофауной. Чрезвычайно характерные для фитофильного биоценоза и развивающиеся в массе личинки хирономид,



кладоцеры и копецеды в пище птенцов совершенно отсутствуют, так же как и молодь рыб, видимо, неуловимая для лесных воробьиных.

Наиболее крупные представители макрофауны, встречающиеся среди личинок стрекоз, жуков и легочных моллюсков, используются только некоторыми более крупными птицами. Большинство птиц наиболее интенсивно ловят личинок стрекоз *Zygoptera*, характерных для зарослей поденок *Cloëon* и *Siphonurus*, зарослевых ручейников *Phryganea*, *Glyphotaelius*. Реофильные формы этих 3 групп используются в незначительной степени (лишь *Ephemera* и *Ecdyonurus* из поденок). Из моллюсков разными видами птиц выбираются только мелкие катушки и сферииды. В общей сложности в питании гнездовых птенцов используется более 40 видов водных животных.

Птенцы в послегнездовый период многих лесных воробьиных вместе со взрослыми птицами образуют значительные скопления у берегов водоемов (с ночевками). Эти скопления из нескольких сотен особей, питаюсь водными беспозвоночными, сохраняются до месяца. Анализ кишечников показал, что во всяком случае у птенцов дрозда-рябинника, скворца, мухоловки-пеструшки в пище преобладают водные беспозвоночные примерно того же состава, что и у гнездовых птенцов (поденки, ручейники, моллюски и др.). Судя по тому, что у берегов водохранилища и других водоемов встречаются выводки разных видов птиц, можно думать, что питание послегнездовых птенцов водной фауной имеет место и у других лесных воробьиных.

Взрослые птицы многих видов в гнездовый период не только собирают водную фауну для выкармливания птенцов, но и сами кормятся ею. Это видно по длительному пребыванию их у берегов водоемов (нередко до часа и более) и как раз в то время суток, когда обычно происходит кормежка птиц.

Анализ желудков подтвердил, что многие виды — серая ворона, сорока, скворец, дрозд, горлица — действительно интенсивно поедают водных беспозвоночных, которые нередко составляют все содержимое желудка.

Ниже приводится средний процент водных животных в пище отдельных видов лесных воробьиных.

Лесная завирушка	71.3	Крапивник . . . . .	51.1	Зяблик . . . . .	36.5
Вертишейка . . . . .	68.1	Сорокопут-жулан . . .	47.8	Пеночка-весничка	35.7
Сорока . . . . .	66.0	Мухоловка-пеструшка	47.5	Серая мухоловка	34.7
Зарянка . . . . .	62.4	Черный дрозд . . . .	44.4	Скворец . . . . .	33.3
Ворон . . . . .	60.1	Пеночка-теньковка .	41.3	Дрозд-рябинник	32.3
Серая ворона . . . .	53.0	Лесной жаворонок . .	40.3	Сойка . . . . .	30.6
Хохлатая синица	51.6	Пеночка-трещотка . .	38.4	Дрозд-белобровик	30.5
Коноплянка . . . . .	25.4	Большая синица . . .	20.4	Чиж . . . . .	12.2
Славка-черного-		Иволга . . . . .	18.4	Спизоворонка . . .	5.4
ловка . . . . .	24.8				
Горихвостка . . . .	24.0	Славка-завирушка .	14.3		

Из этих данных следует, что наиболее интенсивно используют при кормлении птенцов водную фауну из крупных птиц сорока и ворон, из мелких — лесная завирушка, вертишейка,<sup>1</sup> зарянка, у которых она составляет 60—70 % всей съеденной пищи. При этом ворон собирает главным образом моллюсков, личинок стрекоз, ручейников и плавунцов, видимо, выбирая более крупных животных, у сороки и других названных птиц состав водной фауны разнообразнее. Водной фауной питаются также серая ворона, крапивник, хохлатая синица, сорокопут-жулан, мухоловка-пеструшка. Однако роль ее в общем составе пищи у этих птиц сильно колеблется, иногда превосходя 80 %, а иногда не доходя до 20 %; она неодинакова и в различные годы (например, у мухоловки-пеструшки в разные годы водная фауна в пище составляла от 22 до 63 %, а у сойки даже от 11 до 82 %). Неодинаков и состав водной фауны в разные годы (например, у хохлатой синицы личинки поденок в пище составляли от 29 до 84 %). У птиц разных выводков питание водной фауной также неодинаково. Так, у зарянки и крапивника у птенцов одних гнезд водная фауна в питании составляла иногда 60—80 %, в то время как в других гнездах эта фауна совершенно отсутствовала. В районе наших исследований у лесных воробьиных водные беспозвоночные давали в среднем около 40 % пищи. Сильные колебания обусловлены, видимо, прежде всего местоположением гнезд. В биотопах, близких к подоемам, роль водной фауны в питании воробьиных увеличивается, о чем, правда довольно неопределенно, упоминается И. В. Прокófьевой [5]. По данным этого же автора [6], водная фауна в каком-то количестве входит в состав пищи воробьиных почти везде. Большое значение имеют и метеорологические условия. Наблюдения показывают, что в дождливые дни, когда наземные беспозвоночные менее доступны, использование водной фауны сильно повышается.

Поедание земноводных, преимущественно головастиков, наблюдалось главным образом у наиболее крупных и сильных птиц — ворона, сороки, серой вороны, дрозда, иволги, сорокопута-жулана, сизоворонки. Нередко в желудке у одного птенца находили десятки головастиков. Тритоны использовались преимущественно вороном, в меньшем количестве — сорокой и сорокопутом.

Вышеприведенные данные заставляют несколько изменить оценку роли водной фауны в питании лесных воробьиных. Если раньше [4] питание водной фауной у лесных птиц рассматривалось как вспомогательное, то приведенные здесь материалы позволяют сделать заключение, что по крайней мере в гнездовой период во многих биотопах у ряда птиц оно имеет не меньшее, а иногда даже

---

<sup>1</sup> Необыкновенно высокая роль водных беспозвоночных в пище вертишейки (известна как мирмекофаг) объясняется близостью гнездовых территорий исследованных птиц к водохранилищу — менее 100 м.

большее значение, чем питание фауной наземной. Во всяком случае водная фауна систематически в больших количествах используется почти всеми видами лесных воробьиных и в некоторых случаях, особенно поблизости от водоемов и в дождливую погоду, становится основным кормом как птенцов, так и взрослых птиц.

Таким образом, не только водоплавающие и гнездящиеся у водоемов птицы, но и наземные лесные весьма интенсивно используют водную фауну на всех стадиях развития. Правда, наземными птицами потребляется только фауна у самого берега на глубине менее полуметра, особенно на недавно осохших участках водохранилищ, уровень которых понижается во второй половине лета. На использование птицами фауны, оставшейся после обнажения на осушной зоне, указывается В. Ф. Фенюк [7].

Интересно, что эта крупная фитофильная фауна, составляющая значительную, а иногда и большую часть биомассы фитофильного биоценоза, в очень слабой степени используется в пищу в самом водоеме. Так, молодь рыб (личинки и мальки), населяющая мелководья, питается главным образом микрофауной — личинками хищномид, кладоперами, копеподами. Фитофильная макрофауна преимущественно используется наземными позвоночными — птицами, составляя важное звено в трофических связях и как бы связывая наземные и водные экосистемы.

В настоящее время еще трудно определить количественную сторону дела, но при высокой численности воробьиных птиц в наших лесах и чрезвычайно интенсивном питании их водной фауной несомненно, что количество поедаемых ими за летние месяцы водных животных определяется миллионами.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Мальчевский А. С., Кадочников Н. П. Методика прижизненного изучения питания птенцов насекомоядных птиц. — Зоол. ж., 1953, 32, 2.
2. Новиков Г. А. Материалы по питанию лесных птиц Кольского полуострова. — Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1952, 9, 4.
3. Покровская И. В. Материалы по питанию гнездовых птенцов лесных птиц Ленинградской области. — Зоол. ж., 1956, 35, 1.
4. Покровская И. В., Герд С. В. Использование лесными птицами водных беспозвоночных при выкармливании птенцов. — Уч. зап. Ленингр. гос. пед. ин-та, 1955, 110.
5. Прокófьева И. В. О некоторых особенностях питания птиц в разных биотопах. XXII. Герценовские чтения Ленинградск. пед. ин-та, 1970.
6. Прокófьева И. В. Состав корма и хозяйственное значение дроздовых птиц. — Уч. зап. Ленингр. пед. ин-та, 1972, 392.
7. Фенюк В. Ф. Довное население временно затопляемой зоны Рыбинского водохранилища. — Тр. Дарвинск. гос. зап., 1961, 7.
8. Формозов А. Н., Осмоловская В. И. Очерки экологии некоторых полезных птиц леса. — В кн.: Птицы и вредители леса. М., 1950.

Ленинградский педагогический институт  
им. А. И. Герцена

ВЛИЯНИЕ ПОНИЖИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ  
НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИММУНИТЕТА У РЫБ

Существующие данные в основном посвящены изучению механизмов иммунитета рыб, закономерностям его формирования после иммунизации и определению влияния ряда факторов среды (температуры, питания) на интенсивность иммуногенеза рыб [1, 2, 6, 7, 11, 12].

Исследований по влиянию токсических веществ на иммунологическую реактивность рыб проведено недостаточно. Имеются работы [3, 4], связанные с изучением действия фенола на интенсивность антителообразования.

Вопрос о характере влияния радиоактивных веществ на иммунитет рыб до сих пор не изучался. Известны экспериментальные исследования этого направления на теплокровных животных [5, 8, 10].

Настоящая работа посвящена изучению влияния ионизирующей радиации на антителообразование и бактериостатические свойства сыворотки крови рыб.

Эксперимент проводили на сеголетках чешуйчатого карпа в аквариумах объемом 40 л при температуре воды 16—20°. Опытные рыбы содержались в растворах стронция-90 и иттрия-90 активностью  $1 \times 10^{-8}$  и  $1 \times 10^{-6}$  кюри/л. Контрольные карпы находились в чистой воде.

Для определения антителообразовательной функции опытные и контрольные рыбы подвергались трехкратной внутрибрюшинной инъекции с интервалом в 7 дней. В качестве антигена использовали 1—2-миллиардную микробную взвесь *Aeromonas punctata*, инактивированную нагреванием в нарастающей дозе — 0,2, 0,3, 0,4 мл. Реакцию агглютинации ставили объемным методом по Видалю. Оценку результатов проводили по 4-балльной системе. Средние титры взяты от 7—11 рыб.

Бактериостатические свойства сыворотки крови карпов изучали фотонейфелометрическим методом [9].

Продолжительность эксперимента составляла 270 суток. До начала снятия иммунологических показателей опытные группы рыб находились в растворах стронция-90 и иттрия-90 в течение 3 месяцев, т. е. после наступления динамического равновесия в процессе накопления органами и тканями рыб радионуклидов.

При содержании рыб в радиоактивных растворах стронция-90 и иттрия-90 отмечается задержка появления агглютининов на 21-й день по сравнению с контрольными карпами (табл. 1). Средние титры у опытных групп рыб довольно низкие, особенно во втором варианте опыта —  $1 \times 10^{-6}$  кюри. Наибольшие титры у рыб, находившихся в растворах активностью  $1 \times 10^{-8}$  кюри/л, достиг-

Динамика образования антител у карпа  
при хроническом обитании  
в радиоактивных растворах стронция-90 и иттрия-90

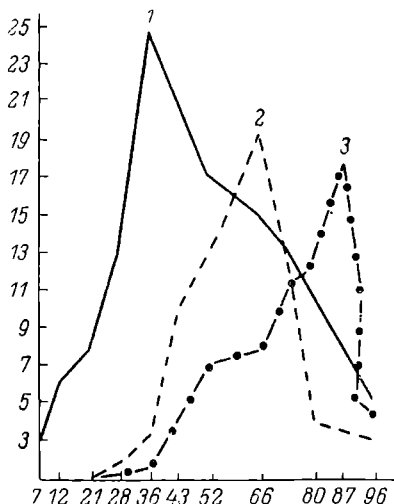
Время после им- муниза- ции, дни	Средние титры антител		
	контроль	$1 \times 10^{-8}$ кюри/л	$1 \times 10^{-6}$ кюри/л
7	1 : 30 $\pm$ 1 : 7	0	0
12	1 : 60 $\pm$ 1 : 25	0	0
21	1 : 160 $\pm$ 1 : 70	1 : 15 $\pm$ 1 : 5	1 : 7 $\pm$ 1 : 3
28	1 : 587 $\pm$ 1 : 253	1 : 27 $\pm$ 1 : 20	1 : 10 $\pm$ 1 : 7
36	1 : 2133 $\pm$ 1 : 306	1 : 34 $\pm$ 1 : 17	1 : 20 $\pm$ 1 : 13
43	1 : 2440 $\pm$ 1 : 543	1 : 160 $\pm$ 1 : 100	1 : 90 $\pm$ 1 : 50
52	1 : 1280 $\pm$ 1 : 1000	1 : 640 $\pm$ 1 : 240	1 : 153 $\pm$ 1 : 120
66	1 : 853 $\pm$ 1 : 153	1 : 1260 $\pm$ 1 : 500	1 : 173 $\pm$ 1 : 43
80	1 : 217 $\pm$ 1 : 135	1 : 140 $\pm$ 1 : 65	1 : 1280 $\pm$ 1 : 300
96	1 : 90 $\pm$ 1 : 50	1 : 40 $\pm$ 1 : 14	1 : 47 $\pm$ 1 : 20

нуты на 52—66-й день после иммунизации, а у карпов, содержащихся в растворах  $1 \times 10^{-6}$  кюри/л, — только на 80-й день.

Помимо более позднего появления агглютининов и сравнительно малых титров, у опытных групп рыб также отмечена пониженная интенсивность реакции агглютинации (см. рисунок).

Кроме антителогенеза, изучались бактериостатические свойства сывороток крови сеголетков карпа.

Исследования проводили спустя 3, 4, 5, 6, 9 месяцев после обитания рыб в радиоактивных растворах. Из приведенных данных по нарастанию оптической плотности следует, что на всем протяжении опыта наблюдалось некоторое подавление бактериостатических свойств сыворотки крови карпов, находившихся в радиоактивных растворах (табл. 2). Наиболее выраженная степень угнетения антимикробных свойств сыворотки отмечается у рыб через 270 суток пребывания в растворах стронция-90 и иттрия-90. И только на 120-е сутки после действия ионизирующей радиации отмечено повышение бактериостатических



Интенсивность реакции агглютинации у карпа.

1 — контроль, 2 — в растворах активностью  $1 \times 10^{-8}$  кюри/л, 3 — в растворах активностью  $1 \times 10^{-6}$  кюри/л. По оси ординат — средняя арифметическая сумма баллов реакции агглютинации, по оси абсцисс — дни после иммунизации.

Динамика антимикробных свойств сыворотки крови карпов, подвергнутых хроническому действию ионизирующей радиации, %

Время взятия проб, дни	Контроль	$1 \times 10^{-8}$ кюри/л	$1 \times 10^{-6}$ кюри/л
90	$67 \pm 11$	$95 \pm 8$	$95 \pm 7$
120	$95 \pm 21$	$59 \pm 7$	$60 \pm 10$
150	$85 \pm 6$	$88 \pm 3$	$96 \pm 5$
180	$110 \pm 11$	$132 \pm 17$	$117 \pm 11$
270	$53 \pm 19$	$107 \pm 10$	$103 \pm 6$

свойств сыворотки крови карпов. Нами не выявлено существенного различия антимикробной активности сыворотки крови у рыб обоих вариантов опыта.

Таким образом, при изучении влияния ионизирующей радиации полученные данные свидетельствуют о замедленной ответной реакции рыб на антигенное раздражение и о некотором снижении образования антител.

Отмечена зависимость степени снижения антимикробных свойств сыворотки крови от длительности обитания рыб в радиоактивных растворах.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гончаров Г. Д. Иммунологическая реактивность у рыб. — Бюлл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1962, 12.
2. Гончаров Г. Д. Изучение механизма иммунитета рыб к инфекции. — В кн.: Обмен веществ и биохимия рыб. М., 1967.
3. Гончаров Г. Д., Микряков В. Р. Влияние малых концентраций фенола на антителообразование у карпов. — Тез. докл. на Всесоюз. научн. конф. по вопр. водн. токсикол. М., 1968.
4. Гончаров Г. Д., Микряков В. Р. Влияние малых концентраций фенола на антителообразование у карпов. — Тр. совещ. по вопр. токсикол. М., 1970.
5. Клемпарская Н. Н., Раева Н. В., Сосова В. Ф. Антибактериальный иммунитет и радиорезистентность. М., 1963.
6. Лукьяненко В. И. Иммунобиология рыб. М., 1971.
7. Микряков В. Р. Иммунологическая реактивность при краснухе рыб. — Сб. работ Ленингр. вет. ин-та, 1964, 26.
8. Невструева М. А., Шубик В. М., Токин И. Б. Влияние инкорпорированных радиоизотопов на иммунологические процессы. М., 1972.
9. Смирнова О. В., Кузьмина Т. А. Определение бактерицидной активности сыворотки крови методом фотонейтрометрии. — Ж. микробиол., эпидемиол., иммунол., 1966, 4.
10. Троицкий В. Л., Каулен Д. Р., Туманян М. А., Фриденштейн А. Я., Чахава О. В. Радиационная иммунология. М., 1965.
11. Cushing J. E. An effect of temperature upon antibodyproduction in fish. — Immunol., 1942, 45, 2.

12. Nybelin O. The influence of temperature on the formation of agglutinings on fish. — Bull. Office internat. epizooties, 1968, 69, 9.

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
морского рыбного хозяйства и океанографии

С. В. Мо на ко ва

## СОДЕРЖАНИЕ ЛЕТУЧИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ ВОЛГО-БАЛТИЙСКОЙ СИСТЕМЫ

Летучие жирные кислоты — один из главных промежуточных продуктов анаэробного распада органического вещества иловых отложений. Они не накапливаются в илах, а потребляются микроорганизмами, которые разлагают кислоты до метана и углекислоты.

Настоящая работа — очередное сообщение об определении в иловых отложениях водоемов различного типа содержания летучих жирных кислот как источника образования метана. Исследовались донные отложения водоемов Волго-Балтийской системы (см. рисунок).

Пробы отобраны во время рейса, проведенного в августе 1973 г.<sup>1</sup> Ил консервировался 0.1 н. раствором NaOH (1 мл на 100 г ила), доставлялся в лабораторию, и в нем определялись влажность (высушиванием до постоянного веса при 100—105°), содержание органического вещества как потеря при прокаливании воздушно-сухого ила при 550° до постоянного веса и количество органических кислот — муравьиной,<sup>2</sup> уксусной, пропионовой, масляной, валериановой и капроновой. Кислоты отгонялись из ила с водяным паром, отгон нейтрализовался щелочью и упаривался досуха. Натриевые соли кислот превращались в гидроксамовые производные и в таком виде разделялись с помощью хроматографии на бумаге [1].

Донные отложения исследованных водоемов носили самый разнообразный характер. Количество органического вещества в них небольшое (см. таблицу): самое высокое — в илах Рыбинского водохранилища, самое низкое — в песке Ладожского озера.

Содержание органических кислот в илах Рыбинского водохранилища очень низкое, хотя присутствовали все кислоты. Подобная картина наблюдалась на тех же станциях и в августе 1970—1971 гг. Но в отличие от этих лет в 1973 г. отмечено отсутствие преобладания уксусной кислоты: в сумме кислот ее доля составляла 9 и 21 %.

Самое высокое содержание летучих жирных кислот в илах 3 станций шекснинской части Череповецкого водохранилища — от 0.07 до 0.14% от веса сухого ила.

<sup>1</sup> Пробы отобраны А. Г. Бакулиной, за что выражаю ей свою признательность.

<sup>2</sup> Так как при данных условиях анализа муравьиная кислота частично разрушается, ее определение было лишь качественным.

№ станции	Характеристика донных отложений	Потери при прокаливании, %	Кислоты					
			муравьиная	уксусная	пропионовая	масляная	валериановая	капроновая
1	Серый ил . . . . .	20	—	0.39	0.26	0.55	0.90	2.23
2	Торфянистый ил . . . . .	39	—	0.90	1.41	1.06	1.00	+
3	Черный маслянистый ил . . . . .	17	+	132.25	1.61	2.67	2.95	1.26
4	Светло-серый ил . . . . .	10	+	67.39	1.13	1.31	1.84	1.22
5	Светло-коричневый ил . . . . .	8	+	61.69	1.64	2.06	2.00	0.60
6	Светло-серый ил с песком . . . . .	7	—	1.21	—	—	1.20	0.83
7	То же . . . . .	8	+	4.26	—	—	—	—
8	Светло-коричневый ил . . . . .	9	+	4.69	—	—	—	1.60
9	То же . . . . .	14	+	32.85	—	—	—	—
10	» » . . . . .	11	+	38.44	1.23	2.25	4.10	3.29
11	» » . . . . .	14	—	5.62	—	—	—	1.26
12	Серый ил . . . . .	12	+	16.26	—	—	—	2.17
13	Коричневый ил с конкрециями . . . . .	11	+	37.62	+	+	—	2.17
14	Серо-коричневый ил . . . . .	11	+	37.22	1.04	1.00	2.21	2.11
15	Коричневый ил, торфяная крошка, песок . . . . .	6	+	21.66	0.68	1.61	—	0.41
16	Серо-коричневый ил . . . . .	9	+	17.42	—	—	—	+
17	Светлый глинистый ил с песком . . . . .	4	+	9.36	0.25	—	—	0.78
18	Коричнево-серый глинистый ил . . . . .	11	+	24.94	0.72	1.97	8.23	7.30
19	Коричневый ил . . . . .	9	+	62.71	0.91	—	+	1.01
20	Крупный песок . . . . .	1	—	0.15	—	—	—	0.90
21	Мелкий песок . . . . .	0.5	+	7.68	0.21	0.27	1.51	1.24

П р и м е ч а н и е. Плюс — для муравьиной кислоты — наличие, для остальных — присутствие в виде следов; минус — отсутствие кислоты.

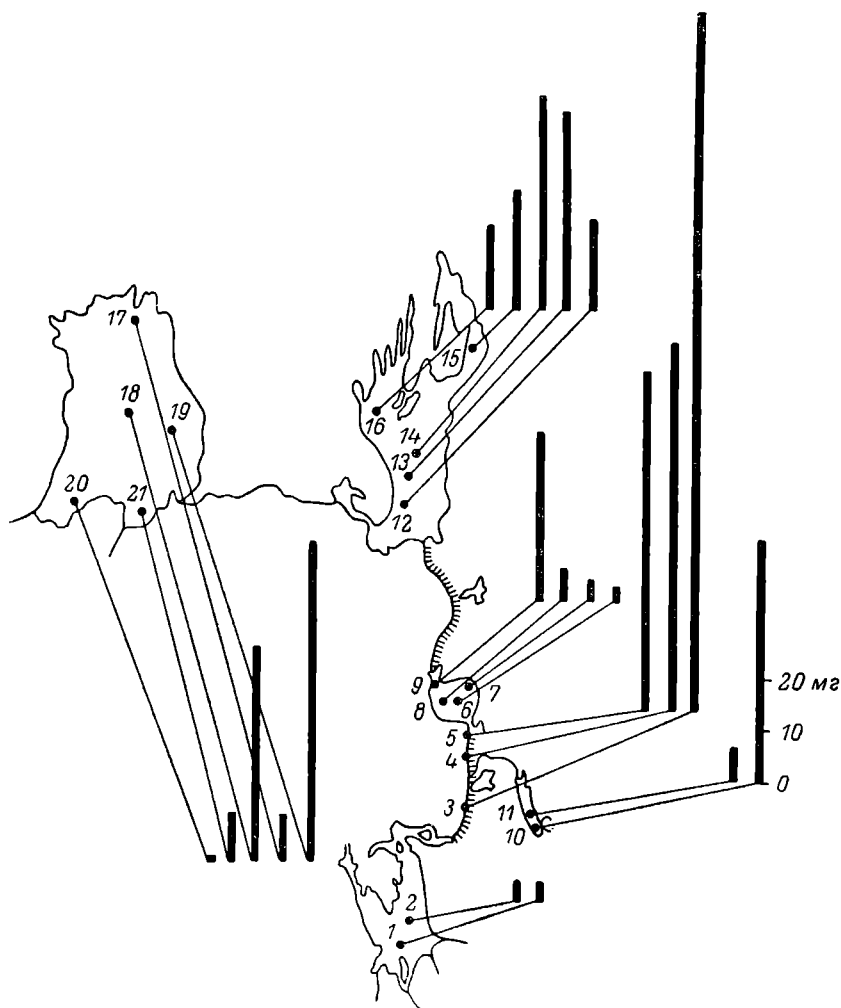
Очень бедными по содержанию кислот и по их разнообразию были сильно минерализованные донные отложения Белого озера, исключение — станция в устье р. Ковжи, но и здесь в значительном количестве обнаружена только уксусная кислота. На всех станциях полностью отсутствовали пропионовая и масляная кислоты.

Результаты, полученные нами при исследовании водоемов Волго-Балтийской системы, подтверждают отсутствие четкой связи между характером донных отложений и количеством кислот в них. Особенно наглядно это прослеживается на примере Кубенского озера (водоема, связывающего Волго-Балтийский водный путь с бассейном Западной Двины). Илы, отобранные на 2 станциях этого озера, одинаковы по характеру и очень близки по содержанию органического вещества, но суммарное количество



кислот на одной станции в 7 раз больше, чем на другой (см. таблицу).

Донные отложения такого большого водоема, как Онежское озеро, очень разнообразны: камни, галька, пески разной круп-



Общее содержание летучих жирных кислот в донных отложениях водоемов Волго-Балтийской системы, мг на 100 г сухого ила.

Арабские цифры — станции отбора проб.

ности, алевроитовые илы, глинистые илы и выходы глин; центральную часть озера и глубоководные части заливов занимают глинистые илы, зеленовато-серые и коричневые [2]. По содержанию органического вещества и по количеству кислот большого

разнообразия в пробах не было. Отмечено, что в центре озера и в Повенедком заливе содержание кислот выше, при этом присутствует большинство из них.

Пробы, отобранные на Ладожском озере, лучше отражают разнообразие его донных отложений. Они отличаются по характеру и по содержанию органического вещества, по количеству и разнообразию кислот. Наибольшее содержание кислот (0.06 % от веса сухого ила) в коричневом иле ст. 19, наименьшее (0.001 %) — в крупном песке ст. 20.

Таким образом, в донных отложениях водоемов Волго-Балтийской системы обнаружены летучие жирные кислоты — от муравьиной до капроновой. Какой-либо четкой зависимости между характером ила и концентрацией в нем органических кислот установить не удалось. Отмечено, что содержание летучих жирных кислот не всегда связано и с количеством органического вещества в донных отложениях (см. таблицу).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко В. И. Количество летучих жирных кислот в плах Рыбинского водохранилища, определенное методом хроматографии. — Бюлл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1962, 13.
2. Семенович Н. И. Донные отложения Онежского озера. Л., 1973.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Г. А. Виноградов, П. А. Гдовский

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ХЛОРОФОСА НА ВОДНО-СОЛЕВОЙ ОБМЕН ПРЕСНОВОДНЫХ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ

В литературе накоплен обширный материал по механизму действия фосфорорганических соединений (ФОС) у позвоночных животных и насекомых. Считается, что токсичность ФОС связана с ингибированием холинэстераз [3]. Кроме того, имеется ряд данных, свидетельствующих о влиянии антихолинэстеразных препаратов на проницаемость мембран для ионов и их активный транспорт [5, 6]. У пресноводных животных именно эти процессы лежат в основе механизма поддержания осмотического гомеостаза внутренней среды. Однако действие ФОС, в том числе хлорофоса, на пресноводных беспозвоночных фактически не изучено. В связи с этим целесообразно исследовать его влияние на осморегуляторные функции пресноводных брюхоногих моллюсков.

В качестве подопытных объектов использовались прудовик (*Limnea stagnalis*) и катушка (*Planorbis corneus*).

Содержание натрия в опытных растворах измеряли методом фотометрии в пламени, осмотическую концентрацию гемолимфы — с помощью криоскопа с термистором [4]. В экспериментах исследовались следующие параметры: скорость общей потери натрия в дистиллированной воде, скорость утечки натрия в изотоничном растворе сахарозы, отражающей величину экстраренальных потерь этого иона, осмотическая концентрация гемолимфы и мочи. Об изменении содержания воды в теле моллюсков судили по увеличению или уменьшению веса животных. В опытах одновременно использовалось по 5—8 животных.

При помещении прудовиков в летальные концентрации хлорофоса ( $2 \times 10^{-6}$  М,  $2 \times 10^{-5}$ ,  $1 \times 10^{-3}$  М) наблюдается постепенное увеличение веса моллюсков, которое прекращается через 12—24 часа в зависимости от дозы токсиканта (рис. 1). Изменение

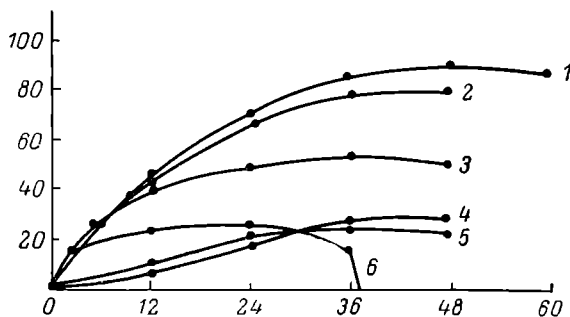


Рис. 1. Изменение веса моллюсков при отравлении хлорофосом и эзерином.

1 — действие эзерина на *L. stagnalis* при концентрации  $10^{-5}$  М, 2, 3, 6 — влияние хлорофоса на *L. stagnalis* при концентрациях  $2 \times 10^{-6}$  М,  $2 \times 10^{-5}$ ,  $2 \times 10^{-4}$  М, 4, 5 — действие хлорофоса на *P. corneus* при концентрациях  $2 \times 10^{-4}$  и  $10^{-3}$  М. По оси ординат — приращение веса, %; по оси абсцисс — время, часы.

веса имеет фазный характер. Величина приращения веса обратно пропорциональна концентрации хлорофоса в наружной среде. Фаза стабильности веса моллюсков продолжается от 1 до 6 суток. Затем следует быстрое сокращение мышц ноги, сопровождающееся падением веса на протяжении 2—3 час. до нормального уровня (стадия сжатия), и смерть. Чем больше доза хлорофоса, тем быстрее развивается стадия падения веса, заканчивающаяся гибелью. Параллельно с возрастанием веса наблюдается частичное угнетение двигательной активности. Животные теряют способность прикрепляться к субстрату, раскрываются ротовое и половое отверстия, происходит частичное выпадение внутренних органов наружу.

Исследование скорости общей потери натрия в дистиллированной воде при отравлении хлорофосом показало, что фазе увеличения веса тела соответствует уменьшение выхода натрия в наружную среду, стадии стабилизации веса — стабилизация потерь нат-

рия (рис. 2). Перед смертью в стадии сжатия у прудовиков происходит резкое увеличение выхода натрия, превышающее нормальную величину этого показателя водно-солевого обмена более чем в сто раз. Осмотическая концентрация гемолимфы *L. stagnalis* в процессе отравления хлорофосом ( $2 \times 10^{-6}$  М) на стадии стабильности веса снижалась от  $0.27 \pm 0.01$  в норме до  $0.13 \pm 0.02$ . В отличие от прудовиков катушки менее чувствительны к действию хлорофоса. *P. corneus* погибают при концентрации токсикантов в воде в сто раз более высоких ( $2 \times 10^{-4}$  М и выше), чем *L. stagnalis*. Однако, как и у прудовиков, у катушек при отравлении хлорофосом происходят фазные изменения веса. Гибель

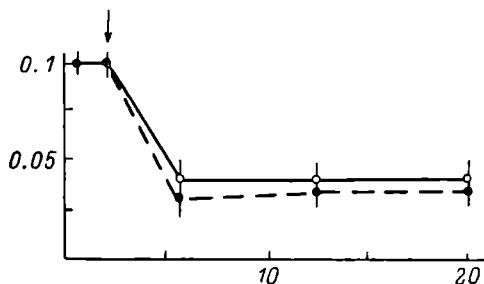


Рис. 2. Изменение скорости общей потери натрия у *L. stagnalis* при отравлении хлорофосом.

Сплошная линия — потеря натрия в хлорофосе ( $10^{-6}$  М), пунктирная — то же в эзерине ( $10^{-5}$  М). Стрелка — воздействие препаратами. По оси ординат — скорость общей потери натрия, мг/час; по оси абсцисс — время, часы.

также наступает на стадии сжатия. Осмотическая концентрация гемолимфы снижается от  $0.19 \pm 0.01$  до  $0.14 \pm 0.01$ .

Полученные данные свидетельствуют об избыточном накоплении воды в теле моллюсков и уменьшении потери натрия в наружную среду. Причиной подобных патологических изменений в водно-солевом балансе в первую очередь может быть нарушение функционирования выделительной системы. Осмотическая концентрация мочи в норме в среднем на 30% ниже концентрации крови и составляет у прудовика  $0.24 \pm 0.01$ , у катушки —  $0.13 \pm 0.02$ . На стадии сжатия у прудовиков и катушек из нефридиальной поры выделяется большое количество жидкости, окрашенной в красный цвет.

При помещении прудовиков в изотонический раствор сахарозы с содержанием хлорофоса  $10^{-4}$  М нарушалась двигательная активность, однако увеличение веса и изменение концентрации натрия в крови при этом не наблюдались. Эти данные свидетельствуют о том, что при отравлении хлорофосом проницаемость тела животных для воды не изменяется. Вода, поступающая в организм по

осмотическому градиенту, накапливается вследствие нарушения работы выделительной системы. Мочевыделительная функция осуществляется благодаря активной деятельности мускулатуры ноги [2]. Раздражение электрическим током набухших моллюсков на всех стадиях отравления вызывает сокращение мышц ноги и выделение избыточной жидкости. Добавление ацетилхолина ( $10^{-4}$ — $10^{-3}$  М) приводит к аналогичным результатам, т. е. вызывает эффект, соответствующий стадии сжатия. Ингибитор холинэстеразы — эзерин ( $10^{-5}$  М) — вызывает развитие симптомокомплекса, идентичного таковому при отравлении хлорофосом (рис. 1, 2). Это свидетельствует об антихолинэстеразном действии хлорофоса.

Известно, что холинорецепторы прудовика более чувствительны к воздействию ингибиторов холинэстеразы, чем холинорецепторы катушки [1]. Разница в устойчивости к хлорофосу у исследованных видов объясняется, вероятно, различием в активности и чувствительности их холинэстераз.

Таким образом, в основе патологических процессов водно-солевого обмена лежит не изменение работы механизмов активного транспорта натрия и проницаемость поверхности тела для этого иона и воды, а нарушение нормального функционирования мускулатуры. В результате воздействия хлорофоса происходит накопление ацетилхолина, вызывающего расслабление мышц ног. Это приводит к избыточному накоплению мочи. Дальнейшее увеличение концентрации ацетилхолина способствует сокращению мускулатуры ног, которое сопровождается разрывом почечного мешка и выведением крови наружу. Различия в симптомокомплексе отравления, наблюдающиеся при действии разных доз токсиканта, вероятно, связаны со степенью ингибирования холинэстеразы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В у л ь ф у с Е. А., Ю р ч е н к о О. П. Влияние антихолинэстеразных веществ на действие ацетилхолина и его аналогов на нейроны брюхоногих моллюсков. — ДАН СССР, 1972, 5.
2. К о с т о я н ц Х. С. Влияние колебания количества воды на физиологические свойства гладкой мускулатуры моллюсков. — Архив биол. наук, 1937, 45.
3. О'Б р а й н. Токсические эфиры кислот фосфора. М., 1964.
4. С о к о л о в а М. М. Определение концентрации осмотически активных веществ в биологических жидкостях. — Лабор. дело, 1967, 10.
5. К а м е м о т о F. L. The effect of eserine on sodium regulation in crayfish. — *Compt. Biochem. and Physiol.*, 1961, 3, 4.
6. К о с ч Н. L., Е о а n s J., S c h i c h s E. Cholinesterase and active transport of sodium chloride through the isolated gills of the crab *Brachyura sinensis* (M. baw.) — *Proc. Sympos. Colston Res. Soc.*, 1954, 7.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

ВЛИЯНИЕ ХЛОРОФОСА НА ОСМОРЕГУЛЯЦИЮ  
У МЕДИЦИНСКОЙ ПИЯВКИ

Биохимический механизм действия фосфорорганических соединений в основном сводится к нарушению обмена ацетилхолина в организме вследствие ингибирования холинэстераз [1, 2]. Одна из основных функций ацетилхолина — медиация нервных импульсов. Вместе с тем имеются данные, свидетельствующие об участии ацетилхолина и холинэстераз в осморегуляции у водных животных, в том числе и у медицинской пиявки [4, 5].

Цель настоящей работы — исследовать механизм действия хлорофоса на водно-солевой обмен медицинской пиявки — *Hirudo*

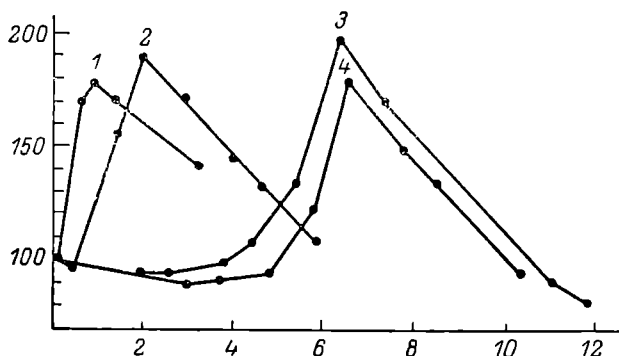


Рис. 1. Изменение веса медицинских пиявок при отравлении хлорофосом и эзерином.

1 — концентрация эзерина  $5 \times 10^{-5}$  М, 2, 3, 4 — концентрация хлорофоса 20,5 и 3 мг/л. По оси ординат — изменение веса, %, по оси абсцисс — время, часы.

*medicinalis*. Изучали изменение веса животных, скорость образования мочи и ее осмотическую концентрацию, определяемую с помощью криоскопа с термистором [3]. Опыты проводились одновременно на 4—5 животных.

В летальных для медицинских пиявок концентрациях хлорофоса (более 0,1 мг/л) вслед за нарушением двигательной активности наблюдалось фазное колебание веса пиявок (рис. 1). Сначала происходит быстрое увеличение веса, которое сменяется плавным падением его до значений ниже нормального уровня, затем наступает смерть. Скорость выделения мочи при отравлении хлорофосом изменяется аналогичным образом (рис. 2). Динамика этих патологических процессов почти не зависит от концентрации токсиканта. В отличие от медицинских вес больших ложно-конских пиявок в летальных концентрациях хлорофоса не изменяется. При помещении медицинских пиявок в изотонический и гипертонический растворы Рингера с хлорофосом (10 мг/л)

происходят такие же, как и в пресной воде, колебания веса и количества образующейся мочи (рис. 3). Осмотическая концентрация мочи на стадии увеличения веса изменяется следующим образом. У пиявок из пресной воды она снижается более чем в 2 раза, из изотонического раствора Рингера — не изменяется, из двойного изотонического раствора — увеличивается вдвое. Ингибитор холинэстеразы — эзерин ( $5 \times 10^{-5}$  М) — вызывает двухфазное колебание веса, как и при хлорофосом отравлении.

Таким образом, функциональное нарушение в водно-солевом обмене пиявок свидетельствует об антихолинэстеразном действии хлорофоса. Увеличение веса и накопление воды у пиявок под

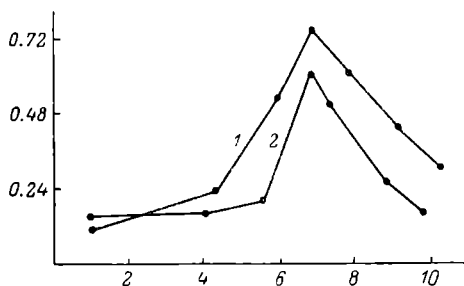


Рис. 2. Скорость мочеобразования у медицинских пиявок при отравлении хлорофосом.

1, 2 — концентрация хлорофоса 5 и 3 мг/л. По оси ординат — скорость выделения мочи, мг/час; по оси абсцисс — время, часы.

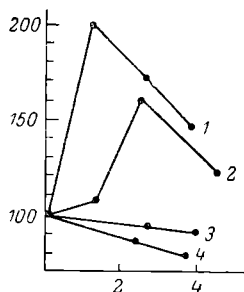


Рис. 3. Изменение веса медицинских пиявок в изотоничном и двойном изотоничном растворах Рингера.

1 — изотоничный раствор, 2 — двойной изотоничный раствор с хлорофосом (50 мг/л), 3 — изотоничный раствор, 4 — двойной изотоничный раствор (контроль). По оси ординат — изменение веса, %; по оси абсцисс — время, часы.

воздействием антихолинэстеразных препаратов наблюдали ранее Роска и Дордеа [5]. Эти авторы пришли к заключению, что угнетение ацетилхолинэстеразы вызывает изменение проницаемости кожно-мышечного мешка, сопровождающееся активным поглощением воды и солей из наружной среды. Наши данные также подтверждают наличие активного поступления воды в организм против осмотического градиента. Однако при наложении лигатуры на глоточный отдел у пиявок в растворе хлорофоса набухания не происходит. Другие симптомы отравления при этом развиваются так же, как у контрольных животных. Результаты этого опыта свидетельствуют о том, что при воздействии антихолинэстеразных препаратов вода всасывается или заглатывается на стадии увеличения веса, а не поступает в организм с помощью биохимического механизма активного транспорта воды. Таким образом, в начальной стадии отравления происходят нарушения двигательной активности пиявок, а также нормального функционирования мускулатуры глотки. Вследствие этого пиявки начинают заглатывать или всасывать воду. Накопление воды в зобе

на фоне общей контрактуры кожно-мышечного мешка приводит к созданию в нем высокого гидростатического давления, способствующего проникновению воды в кровь и усиленному в связи с этим мочеобразованию. На следующей стадии отравления происходит расслабление мышц глотки и кожно-мышечного мешка, хорошо наблюдаемое визуально. Вода перестает заглатываться пиявкой и ее избыток выводится с мочой. Этот процесс соответствует стадии падения веса. Вероятно, отсутствие изменений веса у больших ложно-конских пиявок при отравлении хлорофосом связано с особенностями строения и функционирования челюстно-глоточного аппарата.

## ЛИТЕРАТУРА

1. О'Брайн. Токсичные эфиры кислот фосфора. М., 1964.
2. Михельсон Н. Я., Зеймаль Э. В. Ацетилхолин. Л., 1970.
3. Соколова М. М. Определение концентрации осмотически активных веществ в биологических жидкостях. — Лабор. дело, 1967, 10.
4. Kamemoto F. I. The effects of eserine on sodium regulation in crayfish. — Compt. Biochem. and Physiol., 1961, 3, 4.
5. Rosca D. I., Dordea Manuela. Studies on the functional role of acetylcholinesterases in osmoregulation in *H. medicinalis*. — Stud. Univ. Babes-Bolyai., Ser. biol., 1971, 16, 2.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

П. А. Гдовский

## О ДЕЙСТВИИ ХЛОРОФОСА НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ *LYMNAEA STAGNALIS* L.

Общеизвестно, что фосфорорганические соединения, в частности хлорофос, обладают антихолинэстеразной активностью. Электрофизиологическими и биохимическими методами было показано, что центральная нервная система (ЦНС) брюхоногого моллюска прудовика (*Lymnaea stagnalis* L.) чувствительна к ингибиторам холинэстераз [1, 4]. Однако действие хлорофоса на ЦНС водных беспозвоночных не изучено.

Гигантские нейроны прудовика при действии ацетилхолина (АХ) изменяют биоэлектрические параметры. Большинство из них отвечает на АХ изменением потенциала покоя (деполяризацией), и если нейрон обладает спонтанной активностью, то на фоне деполяризации происходит учащение спайков [5].

В связи с этим нами предпринята попытка выявить электрофизиологическими методами действие хлорофоса на ЦНС прудовика.

Отпрепарированное окологлоточное кольцо ганглиев фиксировалось на стержне из оргстекла и помещалось в проточную камеру. Препарат пер-



фузировався раствором Рингера или хлорофосом на растворе Рингера ( $5 \times 10^{-4}$  М). АХ добавлялся в перфузируемый раствор или же наносился непосредственно на сомму нейрона ионофоретически. При ионофоретической аппликации АХ микропипетка с диаметром кончика 1 мкм, заполненная 2 М АХ, подводилась к нейрону с помощью микроманипулятора ММ-1. Ионофоретический ток составлял  $10^{-7} - 5 \times 10^{-8}$  А.

Потенциалы от гигантских нейронов отводились внутриклеточно. Методика работы описана ранее [3].

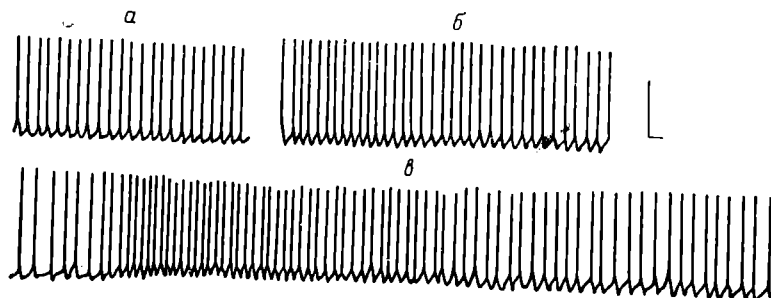


Рис. 1. Влияние хлорофоса на потенциал покоя и частоту спонтанной активности.

а — до воздействия, б — через 15 мин. после воздействия, в — через 30 мин. после воздействия; калибровка: 50 мВ, 1 сек.

Как хлорофос, так и взятый для контроля антихолинэстеразный препарат эзерин изменяли спонтанную активность гигантских нейронов, которая выражалась в аperiodических изменениях потенциалов покоя нейрона. На фоне этих медленных деполяризационных волн наблюдалось учащение спонтанной активности (рис. 1).



Рис. 2. Влияние хлорофоса на потенциал, вызванный аппликацией ацетилхолина.

а — до воздействия, б — через 0.5 мин. после воздействия, в — через 15 мин. после воздействия; калибровка: 10 мВ, 1 сек.

При аппликации АХ на нейрон хлорофос в первый момент воздействия повышал чувствительность нейрона к АХ. В дальнейшем чувствительность нейрона к АХ уменьшалась, а время инактивации действия АХ увеличивалось. Так, через 15 мин. после воздействия деполяризация, вызванная АХ, уменьшилась приблизительно на 30%, а по времени продолжалась в несколько раз больше, чем в норме (рис. 2).

Хлорофос, по-видимому, как и другие антихолинэстеразные препараты, изменяет чувствительность холинорецепторов к АХ. Блокирование синтеза холинэстераз приводит сначала к повышению чувствительности холинорецепторов к АХ. Дальнейшее воздействие ингибитора вызывает понижение чувствительности холинорецептора к ацетилхолину или к полной потере чувствительности — десенситизации [2].

Анализируя полученные данные, можно заключить, что хлорофос обладает выраженным антихолинэстеразным действием на ЦНС прудовика.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В у л ь ф и у с Е. А., З е й м а л ь Э. В. Действие ацетилхолина и холинотропических веществ на гигантские нервные клетки прудовика *Lymnaea stagnalis*. — В кн.: Эволюционная нейрофизиология и нейрохимия. Л., 1967.
2. В у л ь ф и у с Е. А., Ю р ч е н к о О. П. Влияние антихолинэстеразных веществ на действие ацетилхолина и его аналогов на нейроны брюхоногих моллюсков. — ДАН СССР, 1972, 5.
3. Г д о в с к и й П. А., Ф л е р о в Г. И., Ф л е р о в Б. А. О влиянии фенола на нервную систему и нервно-мышечное соединение нижних позвоночных. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 22.
4. V a r a n k a I. Biochemical investigation of cholinesterase in the central nervous system of *Lymnaea stagnalis* L. (*Gastropoda*). — Ann. Inst. biol. (Tihany) Hung. acad. sci., 1968, 35.
5. Z e i m a l E. V., V u l f i u s E. A. The action of cholinomimetes and cholinolytics on the *Gastropoda* neurons — Symp. Neurobiol. Invertebrates (Tihany), 1967, Acad. Kiado, Budapest, 1968.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Л. А. К о с к о в а

#### ДЕЙСТВИЕ НЕКОТОРЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ СТИРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ НА ГУППИ

В последнее время в ряде стран, в том числе и в СССР, получила развитие новая отрасль химии — производство синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ). Эти вещества, часто называемые детергентами, благодаря своим эмульгирующим и моющим свойствам нашли применение во многих областях промышленности, особенно в производстве синтетических моющих средств. Расширяющееся производство и применение СПАВ привели к появлению нового вида загрязнения. В литературе отражено вредное действие СПАВ, главным образом зарубежного производства, на качество воды, организм животных и человека. Данных о влиянии СПАВ отечественного производства на гидро-

бионтов сравнительно мало [1—3]. Механизм действия детергентов на водных животных изучен слабо.

Цель настоящего исследования — выяснение устойчивости группы *Lebistes reticulatus* (Р.) к синтетическим моющим порошкам «Лотос», «Лотос-71» и «Ассоль» (их основу составляют алкилсульфонаты), выпускаемым Куйбышевским химическим заводом в г. Тольятти, а также изучение влияния сублетальных концентраций этих порошков на некоторые процессы жизнедеятельности группы — потребление корма, линейные и весовые приросты.

Первоначально на 343 экз. половозрелых группы изучено действие моющих порошков в диапазоне концентраций 1—100 мг/л при 48-часовой и 10-дневной экспозиции, температуре 19—20°, определены симптомы отравления и основные токсикологические параметры (табл. 1). Растворы порошков с летальными концентрациями увеличивали общую двигательную активность рыб и приводили к потере рефлекса равновесия. В дальнейшем наблюдались паралич и смерть.

Т а б л и ц а 1

Токсичность синтетических моющих порошков для группы

Порошок	Концентрация, мг/л				
	экспозиция 48 час.			экспозиция 10 дней	
	МПК	LC <sub>50</sub>	LC <sub>100</sub>	МПК	LC <sub>50</sub>
«Лотос» . . . .	20	35	40	10	30
«Лотос-71» . . . .	20	28	40	10	25
«Ассоль» . . . .	20	30	40	10	25

Исследование влияния компонентов моющих порошков — сульфата и триполифосфата натрия — дало отрицательный результат. В течение 3 месяцев группы, находясь в растворах с концентрацией 10—40 мг/л, не проявляли видимых признаков нарушения жизнедеятельности и производили нормальное потомство. Аналогичные результаты в более кратковременных опытах получены ранее [1, 6].

Поскольку токсикологические параметры одинаковы, опыты по выявлению действия сублетальных концентраций проводили только с «Лотос-71».

Для изучения потребления корма как в опыте, так и в контроле находилось по 25 группы в течение 10 суток. Ежедневно группы предлагался корм, причем всегда в большем количестве, чем рыбы могли использовать. Через определенное время корм вынимался и взвешивался. По разнице с исходным весом судили о количестве съеденного корма. По мере увеличения концентрации «Лотос-71» потребление корма группы уменьшалось (рис. 1).

Линейные приросты и приросты живого веса исследовались как на мальках, так и на половозрелых гуппи. Вычисления производились по формуле Шмальгаузена [4]:

$$C_l = \frac{\log l_2 - \log l_1}{0.4343 \cdot (t_2 - t_1)},$$

где  $C_l$  — удельная скорость роста,  $l_1$  — длина рыбы до опыта,  $l_2$  — длина рыбы после опыта, 0.4343 — постоянный коэффициент,  $(t_2 - t_1)$  — время, в течение которого шел опыт. В одном из опытов использовано 75 мальков гуппи.

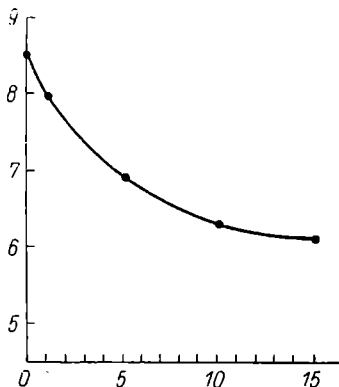


Рис. 1. Потребление корма гуппи в растворах синтетического моющего порошка «Лотос-71».

По оси ординат — количество потребленного корма, мг; по оси абсцисс — концентрация «Лотос-71», мг/л.

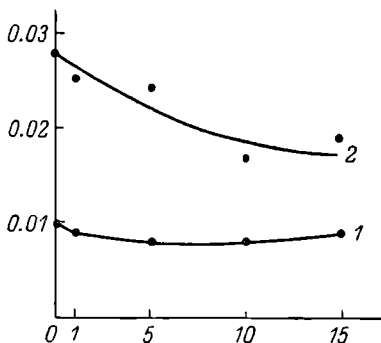


Рис. 2. Относительные линейные и весовые приросты гуппи в растворах сублетальных концентраций «Лотос-71».

1 — длина, 2 — вес. По оси ординат — удельная скорость приростов, по оси абсцисс — концентрация «Лотос-71», мг/л.

Линейный прирост мальков практически не изменяется при действии сублетальных концентраций «Лотос-71», тогда как прирост живого веса значительно уменьшается (рис. 2).

Сходные данные получены и в других опытах (табл. 2). Они согласуются с результатами зарубежных исследователей [5, 7]. Уменьшение веса, по всей вероятности, происходит из-за обезвоживания организма [8].

В результате исследования установлено, что синтетические моющие порошки «Лотос», «Лотос-71» и «Ассоль» обладают практически одинаковой токсичностью для гуппи (при 48-часовой экспозиции и температуре 20°, МПК — 10 мг/л,  $LC_{50}$  — 28 мг/л,  $LC_{100}$  — 40 мг/л). Компоненты моющих порошков — сульфат и триполисульфат натрия — не оказывают заметного влияния на жизнедеятельность гуппи.

Линейные и весовые приросты гуппи  
в синтетическом моющем порошке «Лотос-71»  
(концентрация 10 мг/л)

Прирост	Мальки (25 шт.)		Половозрелые (10 шт.)	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Длина, мм:				
до опыта . . .	12.0	12.5	24.0	25.0
после опыта . . .	18.0	18.1	26.0	27.0
абсолютный прирост . . .	+6.0	+5.6	+2.0	+2.0
относительный прирост . . .	0.013	0.012	0.0026	0.0025
Вес, мг:				
до опыта . . .	30	30	460	710
после опыта . . .	110	80	500	370
абсолютный прирост . . .	+80	+50	+40	—340
отдельный прирост . . .	0.003	0.0003	0.0003	—0.002

Сублетальные концентрации (1—15 мг/л) этих порошков значительно понижают потребление корма и тем самым уменьшают абсолютные и относительные приросты живого веса гуппи, но не изменяют линейные приросты рыб.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Драчев С. М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. М.—Л., 1964.
2. Крылов О. Н. Влияние поверхностно-активных веществ на рыб. — В кн.: Биологическая продуктивность водоемов Сибири. М., 1969.
3. Кузьмина С. С. Влияние детергентов на ранний онтогенез азовского рыбка. — Тез. докл. симп. по водн. токсикол., Л., 1969.
4. Шмалгаузен И. И. Про закономірність ембріонального росту. Збірн. праці біол. Інст. ім. Хв. Омеляченка, 1927, 2.
5. Abel P. D. Toxicity of synthetic detergents to fish and aquatic invertebrates. — J. Fish. Biol., 1974, 3.
6. Henderson C., Pickering Q. H., Cohen J. M. The toxicity of synthetic detergents and soaps to fish. — Sewage and Industrial Wastes, 1959, 31, 2.
7. Herbert D. W. M., Elkins G. H. J., Mann H. T., Hemmens J. The toxicology of synthetic detergents to rainbow trout. — Waterways Treat. J. (Brit.), 1957, 6.
8. Swedmark M., Braaten B., Emanuelsson E., Gramno A. Biological effects of surface active agents on marine animals. — Marine. Biol., 1971, 9, 3.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОГО ВЫЛОВА РЫБЫ НА БЛИЖАЙШИЕ ГОДЫ

В последнее время все большее внимание уделяется повышению промысловой рыбопродуктивности внутренних водоемов, в том числе водохранилищ. Один из важных вопросов — правильное прогнозирование оптимального вылова. Этим вопросом занимаются давно.

Для прогнозирования возможных уловов на внутренних водоемах разработан целый ряд методов, но почти все они специфичны для рассматриваемого водоема и вида рыб и ни в коем случае не могут быть универсальными. Их большой недостаток — трудоемкость сбора и обработки материала и непереносимое условие — высокая квалификация и большой опыт работы исследователя. В отдельных же случаях ставятся условия, совершенно невыполнимые на крупных водоемах: знание абсолютной численности и биомассы популяций каждого вида рыб, ежегодное пополнение и убыль в штучных и весовых категориях и т. п. Подробно разбирать все методы мы не имеем возможности, да и не считаем необходимым в данном кратком сообщении.

Рыбопромысловые организации нуждаются в упрощенном методе ориентировочного определения возможного вылова рыбы без значительного ущерба для ее запасов. По нашему мнению, для этой цели может быть использован статистический метод.

Формирование численности всей ихтиофауны и отдельных составляющих ее видов на всех водохранилищах имеет в общих чертах одни закономерности.

Многие авторы указывают на необычайно бурное развитие численности всех организмов в первые годы создания водохранилищ благодаря исключительно благоприятным условиям воспроизводства. Все виды рыб в это время дают урожайные поколения, что в последующем определяет повышение промысловых уловов. В водохранилищах Волжского каскада четко прослеживается одна особенность: с момента организации промысла уловы растут, достигают какого-то предела, а затем, несмотря на растущую интенсивность промысла, или начинают снижаться, или с большим трудом удерживаются на достигнутом уровне. Так, максимальные уловы были достигнуты в Иваньковском водохранилище через 15 лет (8477 ц), в настоящее время они не превышают 4000 ц; в Угличском — через 14 лет (6041 ц), в настоящее время — 3500 ц, в Рыбинском — через 13 лет (43 000 ц), сейчас колеблются в пределах 22—27 тыс. ц. Заметно снизились уловы в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. То же наблюдается и по отдель-

ным видам. На третьем этапе формирования водохранилища уловы повсеместно снижаются почти наполовину от максимальной величины.

Численность некоторых видов рыб (например, синца и плотвы Рыбинского водохранилища) в отдельных водохранилищах даже при неблагоприятных условиях стабилизировалась и остается относительно высокой.

По вопросу формирования численности стад отдельных видов рыб в первом приближении можно сделать следующие выводы.

1. Первыми высокой численности и биомассы достигают короткоцикловые рыбы с большим исходным стадом производителей — щука, окунь, позже плотва. Все эти виды бореально-равнинного фаунистического комплекса.

2. Значительно позже достигают высокой численности бентофаги с продолжительным жизненным циклом, но относительно большим исходным стадом производителей — лещ, а из хищников — судак. Эти виды относятся к понто-каспийскому фаунистическому комплексу.

3. Псаммофилы и литофилы достигают своего максимума, как правило, позже других экологических групп — налим, ряпушка.

Рассмотрим применение предлагаемого метода на примере Рыбинского водохранилища, по которому имеются достаточно достоверные данные рыбопромысловой статистики за 23 последних года (1952—1974). Учитывая меняющиеся условия воспроизводства, а в связи с этим и характерные изменения в уловах за этот промежуток времени можно выделить 3 периода.

I период (1952—1959 гг.) совпадает со вторым этапом формирования ихтиофауны водохранилища.

II период (1960—1968 гг.) — начало третьего этапа формирования водохранилища; величина промыслового запаса здесь обеспечена еще поколениями, родившимися на втором этапе формирования водоема.

III период (1969—1974 гг. и далее) — основная масса уловов рыбы в этот период состоит из поколений, родившихся уже в начале III этапа формирования ихтиофауны.

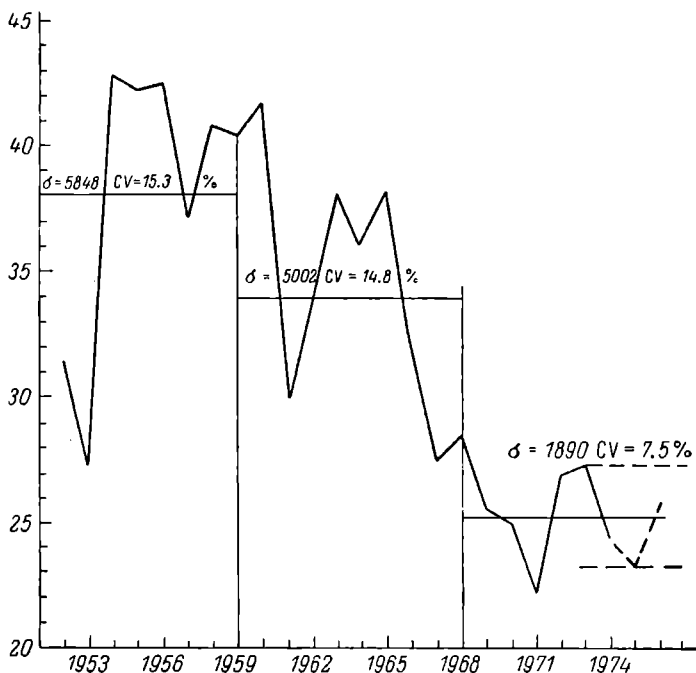
Таким образом, формирование ихтиофауны водоема имеет целый ряд периодов, внутри которых колебания величины уловов близки к какой-то средней, коэффициент вариации и отклонения от этой средней невелики. Продолжительность периодов зависит от биологии вида рыбы, водоема и этапа его формирования.

Процессы формирования основных биологических параметров видовых популяций и всей в целом ихтиофауны по мере старения водохранилища все более и более упорядочиваются, размах колебаний сокращается, различия их средних величин сглаживаются (см. рисунок).

По-видимому, в ближайшее время (в течение 2—4 лет) размер колебаний различных факторов и плотности облавливаемых по-

пуляций будут соответствовать изменениям последнего периода и уложатся в заранее вычисленные пределы.

Об упорядочении этого процесса можно судить на основании биологических показаний и статистического анализа промысловых уловов (у всех видов уменьшается  $\sigma$  и коэффициент вариации),



Динамика промысловых уловов в Рыбинском водохранилище по периодам (горизонтальные линии в каждом периоде — размер среднего улова).

По оси ординат — уловы, тыс. ц.; по оси абсцисс — годы лова.

изменений возрастной структуры популяций промысловых уловов: сглаживаются различия между численностью урожайных и неурожайных лет, реже повторяются урожайные поколения, что обнаруживается в изменении коэффициентов асимметрии и эксцесса.

Относительная упорядоченность процесса позволяет вычислить допустимые пределы размаха колебаний уловов для разной степени обеспеченности данного явления (при  $\sigma=68\%$ ,  $2\sigma=95\%$ ,  $3\sigma=99.7\%$ ). Мы ограничимся обеспеченностью в 70%, т. е. размахом колебаний, равным  $1\sigma$ . В этом случае возможные отклонения уловов от средней в III периоде в ближайшие годы по Рыбинскому водохранилищу могут колебаться в указанных пределах.



Вид	Средний улов, ц	$\sigma$	Коэффициент вариации, %	Возможные колебания
Лещ . . . . .	8584	1397	16.2	10000—7200
Судак . . . . .	2073	408	19.7	2500—1600
Щука . . . . .	1713	206	12.0	2000—1500
Налим . . . . .	1848	462	25.0	2300—1400
Синец . . . . .	4312	953	22.1	5300—3400
Плотва . . . . .	4589	1248	27.2	5800—3300
Общий улов . . .	25204	1890	7.5	27000—23500

Внутри полученных пределов на каждый год цифры могут быть уточнены в результате многолетних наблюдений за ходом нереста, урожайностью молодежи, условиями зимовки и процентным соотношением молодых поколений, вступающих в промысел, по отношению к основному промысловому запасу.

Данный метод, хотя и не абсолютно точен, но достаточно прост, чтобы при наличии многолетних больших по объему материалов по статистике уловов в органах рыбоохраны им могли пользоваться специалисты. Он не применим на молодых водохранилищах, где наблюдения проводились непродолжительное время, поэтому не могут быть выделены периоды с определенным размахом колебаний численности.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

В. И. Романенко

## МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАПАСОВ И СКОРОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ИЛАХ ВОДОЕМОВ

Райт и Хобби [2] на основе представлений о кинетике энзиматических реакций, разработанных Михаэлисом и Ментеном, предложили оригинальный метод определения запасов отдельных органических веществ и скорости потребления их микроорганизмами в воде озер. Сущность метода заключается в том, что в серию склянок с водой вносится разное количество очень малых концентраций меченого органического вещества. Через короткий промежуток времени пробы фиксируются антисептиком и профильтровываются через мембранные фильтры, на которых затем определяется радиоактивность ассимилировавших органическое вещество микроорганизмов. По динамике накопления метки в организмах графически можно рассчитать, с какой скоростью потребляется данное вещество и как велики его запасы в воде.

Использование вышеописанного метода для подобных анализов в иловых отложениях весьма заманчиво, но встречается с рядом затруднений. В то время как из воды бактерии очень легко

сконцентрировать путем фильтрации на мембранном фильтре и затем подсчитать их радиоактивность под счетчиком Гейгера, при работе с иловыми отложениями на фильтре скапливается большое количество органо-минеральных частиц, мешающих определению.

Харрисон с соавторами [1] обошли возникшие затруднения следующим образом. После экспонирования ила с меченым радиоактивным веществом содержимое стеклянных флакончиков с илом фиксировалось и определялась радиоактивность не клеток микроорганизмов, а радиоактивность образовавшейся в процессе деградации  $\text{CO}_2$ . Для этого последняя отгонялась в раствор щелочи. Этот метод весьма хорош и надежен, но трудоемок. Кроме того, как известно, только часть органического вещества превращается в угольную кислоту, а некоторое количество его идет на конструктивный обмен и остается в клетках бактерий.

Возникшие трудности можно преодолеть и другим путем. Мы исходили из того, что общее содержание бактерий в иловых отложениях в расчете на единицу веса в сотни и тысячи раз больше, чем в воде, поэтому достаточно подсчитать радиоактивность небольшой части от суммарного количества микроорганизмов в пробе ила.

Ил отбирался в Рыбинском водохранилище. По 3 г ила отщипывалось в 8 маленьких скляночек. В каждые 2 параллельные пробы микрошпательным объемом 0.2 мл вносилось определенное количество раствора радиоактивной глюкозы: в первые пробы 0.06 мл, в две другие 0.12 мл, далее 0.18 мл и 0.24 мл раствора глюкозы, содержащей 12 мкг С в 1 мл раствора с активностью под счетчиком Гейгера 0.15·10<sup>6</sup> имп./мин. В контроле микрофлора убивалась формалином. Через 10 мин. инкубирования содержимое склянок фиксировалось 0.5 мл формалина на одну склянку, и ил разводился физиологическим раствором до объема 100 мл. 1 мл этого раствора после энергичного встряхивания колбы отбирался спустя полминуты после осаждения грубых частичек и профильтровывался через мембранный фильтр № 3. Вслед за этим через фильтр пропусклось 10 мл физиологического раствора и после полного профильтровывания еще 10 мл — для удаления следов меченого органического вещества, которое добавлялось в пробу. Фильтры высушивались и радиоактивность ассимилированного организмами органического вещества определялась под счетчиком Гейгера. Полученный результат после вычета контроля увеличивался в 100 раз согласно разведению и обрабатывался по Райту и Хобби (см. таблицу). Из каждой склянки фильтровалось по 4 параллельных фильтра.

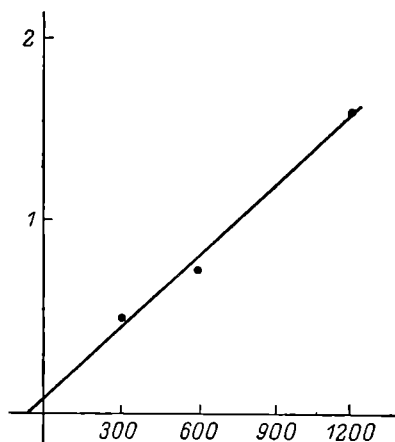
Из приведенных данных видно, что в расчете на 1 кг ила вносилось 300, 600 и т. д. мкг С глюкозы (см. таблицу). Радиоактивность ее непосредственно под счетчиком равнялась в первой порции 4500, во второй 9000 имп./мин. Радиоактивность организмов была равна 1500 и 2000 имп./мин. соответственно и т. д. На основании этих результатов рассчитывались коэффициенты изменения потребления вещества в зависимости от времени инкубирования проб и внесенной концентрации глюкозы. Один результат при объеме добавленного раствора глюкозы 0.18 мл оказался выскакивающим и при расчетах во внимание не принимался. По этим коэффициентам построен график (см. рисунок), на котором по 3 точкам про-

ведена прямая до пересечения с осью абсцисс. Отрезок влево от оси ординат, отсеченный прямой линией на оси абсцисс, соответствует запасу глюкозы в иловых отложениях данного образца. Он оказался равным 70 мкг С глюкозы на 1 кг сырого веса ила. Скорость потребления глюкозы микрофлорой ила рассчитывалась по формуле:

$$V = \frac{r \cdot (A + S)}{R \cdot t},$$

где

$V$  — скорость потребления органического вещества, мкг С/л в час,  
 $r$  — радиоактивность микроорганизмов на всю пробу ила, имп./мин.,  
 $S$  — количество органического вещества в 1 кг ила, мкг С (запас),  $A$  — количество добавленного немеченого органического вещества в пробу, мкг С на 1 кг,  $R$  — радиоак-



Зависимость между скоростью потребления глюкозы и заданной концентрацией ее в илу.

По оси ординат — коэффициенты изменения потребления глюкозы микрофлорой в зависимости от внесенного количества и времени инкубирования,  $R \cdot t/r$ ; по оси абсцисс — количество глюкозы, внесенное в расчете на 1 кг ила, мкг С.

тивность внесенного органического вещества в пробу, имп./мин.,  
 $t$  — время опыта от внесенного вещества до фиксации пробы, час.

Таким образом, в испытуемом образце ила глюкоза потреблялась со скоростью 740 мкг С в 1 кг ила за 1 час или в расчете на сутки 18000 мкг С.

Запасы и скорость потребления глюкозы  
 в илу Рыбинского водохранилища  
 со ст. затопленный г. Молога, октябрь 1974 г.

Добавлено раствора глюкозы в склянку с илом, мл	Радиоактивность организмов на всю пробу, имп./мин. (r)	Радиоактивность внесенного изотопа, имп./мин. (R)	Внесено глюкозы на 1 кг ила, мкг С (A)	$\frac{R \cdot t}{r}$	Запасы глюкозы в 1 кг ила, мкг С (S)	Сумма запаса и внесенного количества глюкозы (A + S)	Скорость потребления глюкозы, мкг С на 1 кг ила	
							за 1 час	за сутки
0.06	1500	4500	300	0.50	70	370	740	18000
0.12	2000	9000	600	0.75	—	—	—	—
0.18	1400	13500	900	2.10	—	—	—	—
0.24	2800	18000	1200	1.60	—	—	—	—

Примечание. Прочерки соответствуют условиям составления таблицы.

Нам кажется, что такой метод открывает большие возможности для изучения процессов потребления и запасов отдельных органических веществ в иловых отложениях водоемов, а также поможет разобраться в сложной гармонии происходящих в иловых отложениях микробиологических процессов. Но при этом надо иметь в виду, что в отличие от водной среды результаты отдельных анализов при работе с илами значительно варьируют, поэтому необходимо делать по возможности больше параллельных анализов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Harrison M. I., Wright R. T., Morita R. V. Method for massuring mineralization in lake sediments. — Appl. Microbiol., 1971, 21, 4.
2. Wright R. T., Hobbie I. E. The uptake of organic solutes in lake water. — Limnol. a. Oceanogr., 1966, 10, 1.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

И. К. Степанова

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА ВО ВЗВЕСЯХ

В природных водах основная масса железа, как известно, находится во взвешенном состоянии. По данным Н. М. Страхова и др. [11], основная форма переноса железа современными реками в отличие от общепринятых взглядов не раствор их соединений, а взвешенное вещество. В речных водах взвешенная форма железа составляет до 80—90% суммарного его количества [1].

Генетически взвеси неоднородны. Минеральная часть взвесей в большинстве случаев состоит из окислов  $Fe^{3+}$  различной степени гидратации, гидроокиси железа, адсорбированной поверхностью минеральных и органических частиц. Органическая часть их, состоящая из живого и находящегося на различных стадиях разложения фито- и зоопланктона, а также детрита, содержит органически связанное железо в клетках живых и мертвых организмов. В состав взвесей входит железо, выпавшее в виде хлопьев органических и неорганических соединений, а также терригенное железо [6, 8, 11].

Несмотря на то что взвешенная форма является главнейшей миграционной формой железа в природных водах, работы по определению железа в малых навесках взвеси (0.5—2 мг) немногочисленны [3—5, 12—14]. Для всестороннего изучения взвеси, в том числе ее химического состава, в последнее время широко применяется метод фильтрации через мембранные ультрафильтры. До-

стоинства метода подробно описаны в работе А. П. Лисицына [7]. Перевод взвеси в раствор осуществляется ее окислением на фильтре в присутствии сильных окислителей ( $\text{HClO}_4$ ,  $\text{KMnO}_4$ ) [12, 14], либо методом «мокрого сжигания» фильтра вместе со взвесью [3—5, 13].

Мембранный фильтр может быть источником ошибок при анализе водной взвеси, так как в его материале содержится железо [2], поэтому необходима тщательная подготовка фильтров к работе [7, 9]. Метод сжигания взвеси окислителями [12, 14] длителен и трудоемок.

Нами для определения железа в малых навесках взвеси (0.5—2 мг) использованы методы персульфатного и фотохимического окисления, широко применяемые в гидрохимической практике для окисления органического вещества природных вод. Взвеси собирали методом мембранной фильтрации на фильтры № 2 с размером пор 0.5 мкм. В зависимости от количества взвеси фильтровали 50—150 мл природной воды. Для каждой пробы готовили по 3 параллельных фильтра. Взвесь, собранную на фильтре, окисляли 2 способами: персульфатом калия и фотохимическим путем в кислой среде. Окисление проводили сразу после фильтрации или в случае необходимости фильтр со взвесью помещали в стеклянный бюкс, высушивали и хранили до обработки. При окислении взвеси предложенными методами сам фильтр не озоляется и после повторной обработки может быть снова использован для работы.

**Персульфатное окисление.** Фильтр со взвесью помещали в кварцевую пробирку объемом ~35—40 мл, добавляли 0.5—0.7 г персульфата калия в зависимости от количества взвеси, 0.2—0.5 мл концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и ~20 мл бидистиллята. Пробирки ставили в кипящую водяную баню на 1 час для окисления органического вещества и разрушения избытка персульфата. Затем пробирки охлаждали, содержимое переносили в мерные колбы на 50 мл и доводили бидистиллятом до метки. Раствор хорошо перемешивали и нейтрализовали 10%-м раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$  до pH 2—3.

**Фотохимическое окисление.** Фильтр со взвесью помещали в кварцевую пробирку объемом 35—40 мл, добавляли 0.2 мл концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 3 капли 30%-й  $\text{H}_2\text{O}_2$  для обеспечения избытка кислорода во время облучения и 20—25 мл бидистиллята. Пробирки помещали в штатив и облучали в течение 1 часа лампой ПРК-2. Расстояние от лампы до поверхности облучаемого раствора 7 см. По окончании облучения пробирки охлаждали, содержимое переносили в мерные колбы на 50 мл, доводили бидистиллятом до метки, а затем нейтрализовали 10%-м раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$  до pH 2—3.

Железо после перевода его в полную форму определяли по окраске  $\text{Fe}=\text{O}$ -фенантролинового комплекса [10]. Оптическую плотность растворов измеряли на СФ-4А при  $\lambda=510$  нм или на ФЭК-56 со светофильтром № 5 в кюветах  $l=5$  см. Содержание железа находили по калибровочной кривой, построенной в тех же условиях. Все измерения проводили по отношению к холостому раствору, который проходил все стадии обработки и содержал все реактивы.

Предложенным методом определено железо во взвесьях, выделенных из природных вод (табл. 1).

Сходимость результатов, полученных при сжигании взвесей персульфатом калия и фотохимическим окислением, хорошая. Сравнение данных прямого и косвенного определения, полученного по разности между общим и растворенным железом, пока-

Т а б л и ц а 1

## Определение Fe во взвесах Иваньковского водохранилища

№ пробы	Профильтровано воды, мл	Вес взвеси на фильтре, мг	Fe <sub>экв.</sub> , мг/л	
			прямое определение	косвенное определение

## Персульфатное окисление

1	50	0.5	0.365	0.365
2	100	1.0	0.313	0.344
3	50	0.6	0.376	0.388
4	100	1.2	0.252	0.280
5	100	0.4	0.199	0.198

## Фотохимическое окисление

1	50	0.5	0.361	0.364
2	100	1.0	0.332	0.328
3	50	0.6	0.381	0.378
4	100	1.2	0.267	0.260
5	100	0.4	0.198	0.200

Т а б л и ц а 2

Статистическая обработка результатов  
определения железа во взвесах

№ пробы	n	$\sum \frac{Xi}{n}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \cdot 10^2$	$\pm \frac{t\alpha \cdot S}{\sqrt{n}} \cdot 10^2$	$E_{отн} = \frac{S\bar{x} \cdot t\alpha}{\bar{x}} \cdot 100$
---------	---	---------------------	---	---	--

## Персульфатное окисление

1	9	0.365	1.80	1.39	3.8
2	4	0.313	1.35	2.15	3.4
3	3	0.376	0.50	0.94	2.5
4	3	0.252	0.10	0.47	1.8
5	4	0.199	0.70	1.05	5.3

## Фотохимическое окисление

1	7	0.361	1.50	1.39	3.9
2	5	0.332	0.93	1.30	2.0
3	3	0.381	1.90	3.51	9.2
4	3	0.267	0.39	0.17	0.63
5	4	0.198	0.30	0.74	3.7

зало, что они довольно близки. Полученные результаты обработаны методом математической статистики (табл. 2).

Предложенные методы дают удовлетворительную точность (относительная ошибка  $\pm 1-9\%$ ) и могут быть рекомендованы для определения железа во взвесах (табл. 2).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Глаголева М. А. Формы миграции элементов в речных водах. — В кн.: К познанию диagenеза осадков. М., 1959.
2. Гордеев В. В., Петраш А. И. Оценка возможных ошибок при определении микроэлементов в водной взвеси, собранной на мембранных ультрафильтрах. — Океанол., 1973, 13, 4.
3. Емельянов Е. М. Изучение микроколичеств железа, марганца и титана во взвеси Балтийского моря. — Литол. и полезные ископаемые, 1968, 6.
4. Емельянов Е. М., Власенко Н. Б., Орлова С. А. Некоторые данные о распределении железа во взвесах прибрежной части юго-восточной Балтики. — Океанол., 1968, 8, 4.
5. Емельянов Е. М., Блажис И. К., Юрвичус Р. Ю., Паеда Р. И., Валюквичюс Ч. А., Янкаускас И. И. Определение микроколичеств железа, кобальта и титана в морской воде и взвеси. — Океанол., 1971, 11, 6.
6. Зиминова Н. А. Состав взвесей Рыбинского водохранилища. — В кн.: Динамика водных масс водохранилищ. М.—Л., 1965, 7 (10).
7. Лисицын А. П. Методы сбора и исследования водной взвеси для геологических целей. — Тр. Ин-та океанол. АН СССР, 1956, 19.
8. Мокиевская В. В. К вопросу о геохимии железа в морской воде. — Тр. Ин-та океанол. АН СССР, 1959, 33.
9. Мокиевская В. В. Методы определения железа в морской и плохой воде. — Тр. Ин-та океанол. АН СССР, 1962, 54.
10. Степанова И. К. Определение валового железа в природных водах. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод. АН СССР, 1976, 31.
11. Страхов Н. М., Бродская Н. Г., Князева Л. М., Расживина А. Н., Ратеев И. А., Сапожников Д. Г., Шишова Е. С. Образование осадков в современных водоемах. М., 1954.
12. Шидловская-Овчинникова Ю. С. Количественное определение взвешенного железа в природных пресных водах. — Гидрохим. матер., 1964, 38.
13. Armstrong F. Inorganic Suspended Matter in sea water. — J. Marine Res., 1958, 17.
14. Lewis G. S., Goldberg E. D. Iron in sea Water. — J. Marine Res., 1954, 13, 2.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

## ИНФОРМАЦИИ

	Стр.
Советско-американский симпозиум (Н. В. Буторин) . . . . .	3
Второй симпозиум по поведению водных беспозвоночных (Ф. Д. Мордухай-Болтовской) . . . . .	5
Школа-семинар по математическому моделированию процессов речного стока (В. Л. Складенко) . . . . .	6

## СООБЩЕНИЯ

Н. А. Левшина, М. М. Телитченко. Особенности развития фитопланктона на разных участках Москвы-реки . . . . .	8
Т. А. Чекрыжева. Фитопланктон Серебрянского водохранилища в 1972—1973 гг. . . . .	11
И. Д. Голубева. Некоторые закономерности формирования растительности на мелководьях Куйбышевского водохранилища . . . . .	15
В. В. Экзерцев. Явление «живорождения» у манника большого <i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb. . . . .	17
В. А. Экзерцев, Г. С. Мишулина. О заболачивании мелководий Ивановского водохранилища . . . . .	21
Б. А. Вайнштейн. О нахождении водяного клеща <i>Sperchon (Palpisperchon) crassipalpis</i> (Sperchontidae, Acariformes) в фауне СССР . . . . .	25
П. В. Тузовский. Нимфа <i>Lebertia schmidtii</i> Thor, 1911 ( <i>Lebertiidae</i> , Acariformes) . . . . .	29
В. М. Таранова. Жизненный цикл <i>Sympetrum vulgatum</i> L. ( <i>Odonata</i> ) . . . . .	33
Р. А. Родова, Э. А. Ербаева. Самки хирономид ( <i>Diptera</i> , Chironomidae). XVII . . . . .	37
И. В. Покровская. Об использовании в пищу водной фауны лесными воробьиными птицами . . . . .	40
Г. С. Шлейфер. Влияние понижающей радиации на некоторые показатели иммунитета у рыб . . . . .	44
С. В. Монакова. Содержание летучих жирных кислот в донных отложениях водоемов Волго-Балтийской системы . . . . .	47
Г. А. Виноградов, П. А. Гдовский. Исследование действия хлорофоса на водно-солевой обмен пресноводных брюхоногих моллюсков . . . . .	50
Г. А. Виноградов, Л. Н. Лапкина. Влияние хлорофоса на осморегуляцию у медицинской пиявки . . . . .	54
П. А. Гдовский. О действии хлорофоса на центральную нервную систему <i>Lymnaea stagnalis</i> L. . . . .	56
Л. А. Коскова. Действие некоторых синтетических стиральных порошков на гуппи . . . . .	58
Н. А. Гордеев, Л. К. Ильина. Статистический метод определения возможного вылова рыбы на ближайшие годы . . . . .	62
В. И. Романенко. Модификация метода определения запасов и скорости потребления органических веществ в илах водоемов . . . . .	65
И. К. Степанова. Определение железа во взвесьях . . . . .	68