

06  
ИБВВ

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**3**

25793-11

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

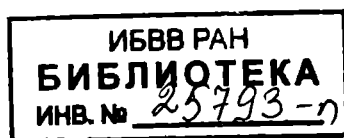
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 3



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Ленинград • 1969

Информационный бюллетень «Биология внутренних вод» публикует материалы о работе советских и зарубежных гидро-биологических учреждений и соответствующих кафедр, о совещаниях, конференциях, симпозиумах и научных сессиях, посвященных общим и частным вопросам изучения жизни внутренних водоемов, рецензии на книги и статьи по лимнологии и биологии пресноводных организмов. Бюллетень содержит также краткие статьи (объемом не свыше 0.25 авторских листа), излагающие результаты оригинальных исследований в этих областях науки.

Адрес редакции: п/о Борок Некоузского района Ярославской области, Институт биологии внутренних вод АН СССР.

Г л а в н ы й   р е д а к т о р

д о к т о р   б и о л о г и ч е с к и х   н а у к

*Б. С. К У З И Н*

Р е д а к т о р   л и з д а н и я

д о к т о р   б и о л о г и ч е с к и х   н а у к

*В. К. Ш Т Е Г М А Н*

## СИМПОЗИУМ ПО МЕТОДИКЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЕТА ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

В соответствии с постановлением пресноводной секции Национального комитета Союза ССР по Международной биологической программе в Институте биологии внутренних вод АН СССР в период с 20 по 23 июня 1967 г. был проведен симпозиум по методике количественного учета водных беспозвоночных. В его работе приняли участие 80 представителей от 36 организаций.

Была рассмотрена и обсуждена методика количественного учета зоопланктона, включая простейших, бентос и микробентос, фауну зарослей и обрастаний. Производились испытания в полевых условиях приборов для взятия проб бентоса и зоопланктона.

Симпозиум констатировал, что успешному выполнению исследований по унифицированной методике препятствует отсутствие предприятий, выпускающих гидробиологическую аппаратуру. До сих пор эти работы большей частью ведутся устаревшими и разнотипными приборами. Кроме того, в работах по изучению продуктивности пресноводных сообществ отсутствует необходимая общность методики сбора и обработки количественных проб.

Симпозиум обратил внимание на отсутствие в соответствующих исследовательских учреждениях тематики по методике гидробиологических исследований, в частности по количественному учету беспозвоночных.

Симпозиум постановил:

1. Просить Национальный комитет Союза ССР по Международной биологической программе (МБП) срочно решить в соответствующих инстанциях проблему изготовления гидробиологической аппаратуры, в частности на заводах Гидрометслужбы.

2. Рекомендовать гидробиологическим учреждениям организовать работы по усовершенствованию методики полевых и лабораторных исследований и по внедрению новой, основанной на современной технике, аппаратуры.

3. Просить Всесоюзное гидробиологическое общество организовать при обществе комиссию по апробации и распространению новых методов гидробиологических исследований.

4. Просить учреждения, представленные на симпозиуме, передать Всесоюзному гидробиологическому обществу копии имеющихся у них рабочих чертежей гидробиологических приборов.

5. Рекомендовать более широкое применение статистического анализа при оценке материалов количественного учета водной фауны.

6. Считать необходимым издание методического пособия по применению современных статистических методов обработки материалов по количественному учету водных беспозвоночных.

7. Утвердить согласованную на симпозиуме «Методику количественного учета водных беспозвоночных» и просить Национальный комитет по МБП и ИБВВ АН СССР срочно издать ее в виде отдельной брошюры.

8. Просить Институт биологии внутренних вод АН СССР издать материалы настоящего симпозиума.

### **1-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ПАЛЕОЛИМНОЛОГИИ**

С 28 по 31 августа 1967 г. в Биологическом исследовательском институте в Тихани (Венгрия) состоялся 1-й Международный симпозиум по палеолимнологии, организованный при содействии Международного союза биологических наук в соответствии с Международной биологической программой (МБП). В состав оргкомитета симпозиума входили Фрай (Frei, США, председатель), Н. В. Кордэ (СССР), Ливингстон (Livingstone, США), Шебештьен (Sebestyen, Венгрия) и Тютин (Tutin, Англия). В работе симпозиума приняли участие более 80 специалистов из 20 стран, в том числе 9 из СССР.

В течение трех дней заслушано и обсуждено 48 докладов, а четвертый день был посвящен экскурсии по оз. Балатон с посещением Научного института водного хозяйства.

Доложенные на симпозиуме сообщения были очень разнообразны по тематике. С докладами выступали гидрологи, химики, геологи, географы, биологи различных специальностей. Более 20 докладов было чисто биологических или с использованием биологических материалов. Кроме того, дважды состоялось свободное обсуждение вопросов анализа остатков кладоцер и диатомовых водорослей. По характеру изучавшихся элементов донных отложений биологические сообщения можно подразделить на несколько групп.

Пыльцевому анализу были посвящены доклады Зольоми (Zolyomi, Венгрия), Тютин (Tutin, Англия), Ралльской-Ясевич (Ralska-Jasiewicz, Польша), Огден (Ogden, США), М. Кабайлиене (СССР) и др. Пыльцевой анализ седиментов оз. Балатон, как и многих озер Англии, Польши, Америки, СССР и других стран, позволил установить характер климатических

условий окружающей местности в поздне- и послеледниковую эпоху и периоды развития и угасания человеческой культуры

Диатовым и другим водорослям были посвящены сообщения Н. Н. Давыдовой (СССР), Маргалев (Margaleff, Испания), Мерилайнена (Merilainen, Финляндия), Н. В. Кордэ (СССР) и др. Н. В. Кордэ указывала на необходимость комплексного альгологического анализа, так как в ряде случаев диатомовые дают менее интересные материалы, чем протококковые, синезеленые и десмидиевые водоросли. Стокнер (Stockner, США) и Эдмондсон (Edmondson, США) показали, что «культурная эвтрофикация» озер, вызываемая сточными водами и удобрением, сильно отражается на характере седиментов. Зная характер воздействий, которые испытывало озеро в прошлом, и сопоставляя их с изменениями в седиментах, в частности состава диатомовых, можно судить об истории озера. Очень ярко, например, выражена в отложениях оз. Вашингтон смена руководящих видов диатомей, происходившая в зависимости от поступления или прекращения стока бытовых сточных вод г. Сиэттла.

В нескольких докладах использовались результаты изучения остатков кладоцер. Уайтсайд (Whiteside, Англия) и Гоулден (Goulden, США) применили вычисленный ими «индекс разнообразия» для остатков хидорид в седиментах и связали его с режимом водоемов в прошлом и с динамикой населявших их сообществ. По мнению Гоулдена, для образования в озере стабильной ассоциации кладоцер требуется около 100 лет. После этого структура ассоциации не изменяется в течение тысячелетий. Тем не менее докладчик подчеркнул, что очень важно более подробно знать, каковы были условия фоссилизации и насколько остатки кладоцер в седиментах могут быть репрезентативными для действительно существовавшей ассоциации.

Шебештьен (Sebestyen, Венгрия) нашла, что слои отложений, обильные хидоридами, соответствуют периодам обмеления оз. Балатон, а Диви (Deevu, США) связал разные виды босмин с характером окружающих озеро лесов. Грбачек (Hrbaček, Чехословакия) сообщил, что по длине хорошо сохраняющихся в седиментах каудальных когтей дафний, коррелирующих с длиной тела, и по числу зубцов на постабдомене, коррелирующему с размерами новорожденных рачков, можно судить об условиях питания дафний в озере и о количестве хищников, элиминировавших более крупных особей популяции.

Из других групп животных для восстановления истории озер широко использовались остракоды и водные насекомые, в частности личинки хирономид и жуки. По остракодам Леффлер (Löffler, Австрия) восстанавливал историю Боденского озера, а Люттиг (Lüttig, ФРГ) — оз. Пелепонесс. Стол (Stahl, США) проанализировал историю озер Северной Америки по головным капсулам личинок хирономид, которые в большом количестве

сохраняются в отложениях. По его данным, за один год на 1 см<sup>2</sup> площади ила откладывалось от 1 до 36 головных капсул. По их видовому составу и по остаткам (особенно мандибул) личинок *Chaoborus* можно судить о трофическом типе и кислородном режиме озер в прошлом. Однако количество капсул не коррелирует с первичной продукцией озер, показателем которой может служить количество водорослей в седиментах. Куп (Сооре, Англия) исследовал остатки наземных и водных жуков в позднечетвертичных отложениях Англии и по их видовому составу судил о колебаниях климата, причем обнаружил в отложениях 37 ныне не живущих в Англии видов жуков. Часть из них известна из Сибири, и докладчик полагает, что и другие виды будут найдены там же.

Интересно сообщение Бродневич (Brodiewicz, Польша), исследовавшей раковинки глохидиев унионид, которые откладываются только в летние месяцы и таким образом помогают наметить годовые и сезонные слои седиментов. Моллюски, в том числе наземные, были объектом и других исследований (Kovanda, Чехословакия). Изучались также сфагновые и другие мхи (Dickson, Англия).

Как показал ряд сообщений, многие остатки организмов в отложениях озер (пыльца растений, наземные жуки, моллюски и другие элементы аллохтонного происхождения) не дают достаточного основания для заключений о колебаниях продуктивности озер в прошлом. Они отражают главным образом изменения климата окружающей местности. Следовательно, необходим более критический подход к интерпретации седиментов как свидетелей истории самого озера.

Ф. Д. Мордухай-Болтовской



Ю. И. Сорокин

## СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ ПЛАНКТОНА ПРИБРЕЖЬЯ И ОТКРЫТОЙ ЧАСТИ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Для сравнительной оценки уровня продуктивности мелководий и открытого водохранилища нами в 1967 г. была выполнена серия сезонных наблюдений над динамикой основных показателей продукции первовицы (продукция фитопланктона и бактерий) и численностью зоопланктона в Волжском плесе

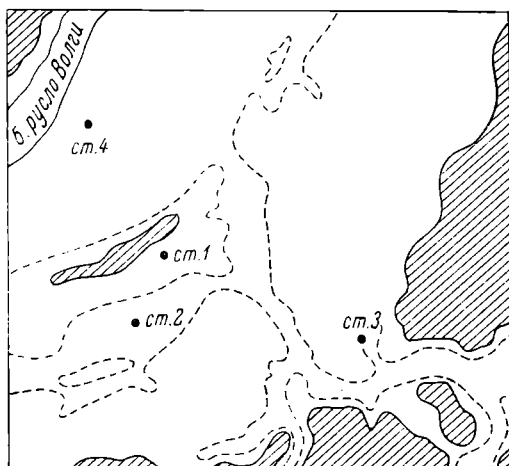


Рис. 1. Схема расположения станций.

Рыбинского водохранилища. Продукция фитопланктона определялась радиоуглеродным методом. Продукция бактерий измерялась методом прямого микроскопического учета прироста их численности в изолированных пробах воды, очищенной от зоопланктона предварительной фильтрацией. Пробы зоопланктона брались путем процеживания 100 л воды через планктонную сеть.

Наблюдения велись на четырех станциях (рис. 1), из которых 1-я и 3-я располагались на заросших закрытых мелководьях,

2-я — на открытом чистом мелководье и 4-я — в открытой части Волжского плеса. Глубина на ст. 1 и 3 составляла за период наблюдений 1.0—0.3 м, на ст. 2 — 1.5—2.5 и на ст. 4 — 8—12 м. Наблюдения проводились с промежутками в 10—20 дней, и сроки

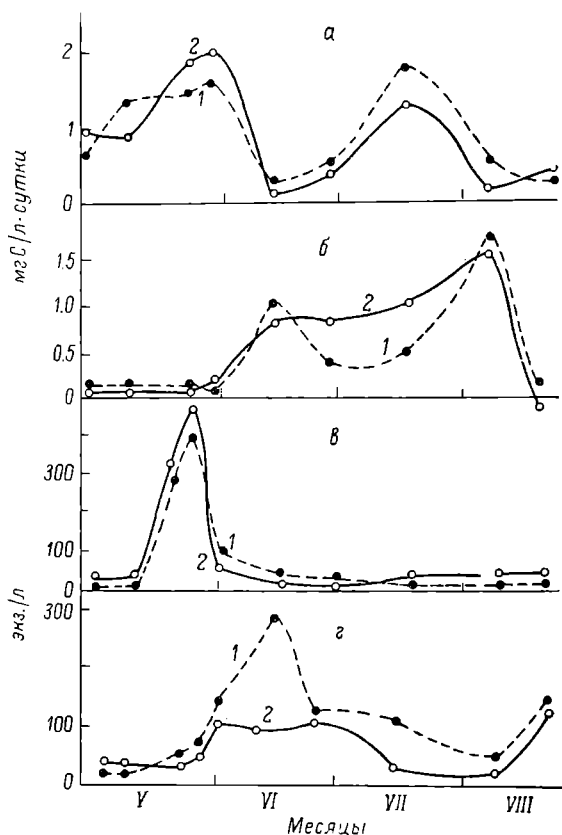


Рис. 2. Фотосинтез (а), продукция бактерий (б), коловратки (в), рачки *Cladocera* и *Copepoda* (г).

1 — в открытой части Волжского плеса на ст. 4; 2 — в прибрежной зоне (средние данные по трем станциям).

их выбирались в зависимости от сезонных явлений, происходящих в водоеме (прогрев, смена форм фитопланктона и зоопланктона).

Основные результаты наблюдений в обобщенном виде представлены на рис. 2. Они показывают, что первичная продукция фитопланктона в поверхностном слое воды, продукция бактерий, а также численность ведущих форм зоопланктона в прибрежной мелководной зоне мало отличаются от таковых в открытом плесе

водохранилища. При этом сезонная динамика биологических явлений в прибрежье и в открытом плесе также имеет сходный характер, несмотря на внешне вполне очевидные различия экологических условий этих биотопов. Весьма характерно, что ожидавшаяся нами весенняя вспышка развития бактерий за счет вымывания органического вещества из зоны временного затопления полностью отсутствовала. Активное размножение бактерий наблюдалось в период отмирания диатомовых водорослей (середина июня) и повторно в период отмирания синезеленых водорослей (середина августа). Поэтому основой для весеннего максимума зоопланктона было развитие фитопланктона без заметного влияния других пищевых ресурсов (аллохтонное органическое вещество, бактерии). Второй значительный максимум зоопланктона был связан с вспышкой размножения бактерий за счет распада планктонных водорослей.

Таким образом, ни предполагаемая обогащенность прибрежной зоны органическим веществом (Мордухай-Болтовской, 1965), ни развивающаяся здесь высшая растительность на данном этапе не оказывают значительного влияния на рост продуктивности планктона мелководий, которая практически аналогична продуктивности открытого плеса. Причина этого заключается, по-видимому, в непостоянстве режима уровня Рыбинского водохранилища. Падение уровня начинается в середине лета. Поэтому размыв мелководий в ходе формирования берегов захватывает огромные площади. Как следствие процесса формирования берегов, который к настоящему времени закончился, размываемые почвы повсеместно замещаются песками (Курдин, 1960).

Осушение мелководий во второй половине лета вызывает раннюю гибель водной растительности и препятствует ее развитию в этой зоне. Следовательно, роль высшей водной растительности в обогащении прибрежной зоны Рыбинского водохранилища органическим веществом очень мала (Белавская и Кутова, 1966) и развитие зоопланктона базируется здесь, как и в открытом водохранилище, в основном на развитии фитопланктона. Мнение о существенной роли прибрежной зоны Рыбинского водохранилища в его продуктивности (Мордухай-Болтовской, 1965), очевидно, было справедливым в отношении более раннего этапа формирования водохранилища. В настоящее время эта роль в значительной степени снизилась в связи с окончанием формирования береговой зоны.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

Белавская А. П. и Т. Н. Кутова 1966. Растительность зоны временного затопления Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 11 (14).

К у р д и н В. И. 1960. О классификации и происхождении группов водохранилищ. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, 8—9.

М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1965. Итоги работ по изучению зоопланктона, зообентоса и биологии водных беспозвоночных. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 9 (12).

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. И. Романенко и А. С. Даукшта

## **ВЛИЯНИЕ СВЕТА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ФИТОПЛАНКТОНА В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ ВОДЫ**

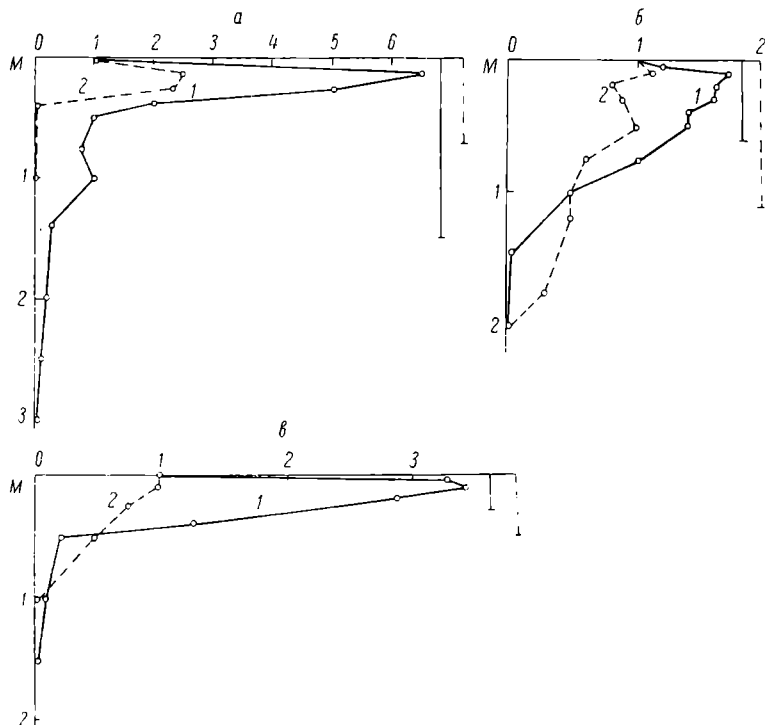
Анализируя продукцию органического вещества путем фотосинтеза фитопланктона под 1 м<sup>2</sup> в водоемах с прозрачностью воды 1—2 м по диску Секки, большинство авторов (Винберг, 1934; Сорокин, 1958; Пырина, 1966; Романенко, 1966. и др.) произвольно размещают склянки в толще воды через 0.5—1.0 м.

Как известно, энергия световой реакции убывает в толще воды по экспоненте, в то время как кривая фотосинтеза фитопланктона в силу неравномерности распределения водорослей, биогенов, температурного скачка и других факторов имеет иной характер (Rohde, 1958; Ohle, 1965). Сильная инсоляция подавляет фотосинтез в поверхностных слоях воды, поэтому его максимум даже при равномерном распределении водорослей находится на некоторой глубине.

Нами была проведена серия анализов фотосинтеза фитопланктона в поверхностном метровом слое воды через последовательные интервалы 0.05—0.1 м. Эти работы выполнялись летом 1966 и 1967 гг. на Рыбинском водохранилище и на нескольких озерах Латвии в 1967 г.

Для распределения склянок в толще воды использовалась легкая, свинчивающаяся из отдельных звеньев металлическая штанга, на которой крепились и могли свободно перемещаться пружинящие зажимы для склянок. К каждому зажиму прикреплялись две склянки параллельно поверхности воды. Анализы проводились в период интенсивного развития водорослей во время штиля. Склянки наполнялись водой из поверхностной пробы после тщательного перемешивания, прикреплялись к зажимам и в каждую из них добавлялось по 1 мл радиоактивного карбоната с активностью под счетчиком  $0.1 \cdot 10^6$ — $0.3 \cdot 10^6$  имп./мин. До закрепления на штанге склянки находились в темном мешке. На период закрепления ставился контроль — склянки, экспонируемые в течение того же времени на палубе. Величина радиоак-

тивности водорослей в контроле вычиталась затем из их общей радиоактивности во всех опытных склянках. К верхнему концу штанги прикреплялась перекладина с двумя поплавками из пенопласта на концах. Поплавки располагались на некотором расстоянии от штанги, чтобы не затенять склянки. После суточного экспонирования пробы фиксировались, водоросли отфильтровывались



Влияние света на фотосинтез фитопланктона в толще воды.

*а* — Рыбинское водохранилище, август 1965 г. (1 — Ольхово, 2 — в устье Себлы); *б* — Рыбинское водохранилище, август 1967 г. (1 — в центре водохранилища, 2 — в устье Себлы); *в* — оз. Дотка (1 — в июне, 2 — в сентябре 1967 г.). Вертикальные линии справа — глубины, на которых исчезает из поля зрения диск Секки. По оси абсцисс — интенсивность фотосинтеза на разных глубинах в относительных единицах.

вались с помощью мембранных фильтров № 5 и интенсивность фотосинтеза определялась в дальнейшем по их радиоактивности.

Как видно из рисунка, в ряде случаев в нескольких сантиметрах от поверхности имеется резкий перепад в величинах фотосинтеза. В поверхностном слое воды происходит световая депрессия фотосинтеза, и поэтому его максимальные величины обнаружены на глубине 10—25 см, где интенсивность фотосинтеза обычно в 3—6 раз выше, чем у поверхности. С увеличением

глубины (до 0.5 м) происходит его резкое снижение с последующим более плавным уменьшением. В озерах с прозрачностью воды 2—5 м максимум фотосинтеза отмечается глубже и выражен менее отчетливо, чем в водоемах с интенсивным фотосинтезом и небольшой прозрачностью.

Максимум фотосинтеза в тонких поверхностных слоях воды отмечается не всегда, а, как правило, в периоды интенсивного развития водорослей и максимальной инсоляции. В латвийском оз. Дотка максимум наблюдался в середине лета на глубине 0.05—0.1 м от поверхности при интенсивности фотосинтеза в поверхностном слое 11.5 мг С/л·сутки, а в первой декаде сентября при интенсивности фотосинтеза 1.4 мг С/л·сутки в этом слое он отсутствовал (см. рисунок, в).

Таким образом, максимум фотосинтеза в водоемах с прозрачностью воды 1—2 м в летний период может быть пропущен при больших расстояниях (0.5—1.0 м) между склянками в поверхностном слое. В некоторых случаях это может заметно повлиять на общую оценку продукции органического вещества под 1 м<sup>2</sup> водоема.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- В и н б е р г Г. Г. 1934. Опыт изучения фотосинтеза и дыхания в водной массе озера. К вопросу о балансе органического вещества. Сообщ. 1. Тр. Лимнолог. ст. в Косине, 18.
- П ы р и н а И. Л. 1966. Первичная продукция некоторых волжских водохранилищ в связи с освещенностью, хлорофиллом и биомассой фитопланктона. Автореф. дисс. Минск.
- Р о м а н е н к о В. И. 1966. Характеристика микробиологических процессов образования и разрушения органического вещества в Рыбинском водохранилище. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 13 (16).
- С о р о к и н Ю. И. 1958. Первичная продукция органического вещества в водной толще Рыбинского водохранилища. Тр. биол. ст. Борок АН СССР, 3.
- O h l e W. 1965. Primärproduktion des Phytoplanktons und Bioaktivität holsteinischer Seen, Methoden und Ergebnisse. Limnolog. Symposium 1964 des Limnologischen Vereins in Finland, Helsinki.
- R o h d e W. 1958. Primärproduktion und Seetypen. Verh. internat. Ver. Limnol., 13.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

## БЕНТОС АРАКУМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПЕРВЫЙ ГОД ЕГО СУЩЕСТВОВАНИЯ

Аракумское водохранилище представляет собой крупный водоем, площадью около 18 тыс. га, наполненный в феврале 1965 г. в дельте р. Терек в результате подъема уровня и затопления большой площади суши с пойменными озерами.

Водохранилище разделено земляной дамбой на два участка — верхний и нижний, которые соединены между собой двумя рыбоходными каналами. Нижний участок соединен с Каспийским морем третьим рыбоходным каналом. Водохранилище питается терскими водами через Зенкенский канал.

Затопленная суша занимает около 85% площади дна водохранилища. Почвы этого района глинистые и суглинистые, заросшие преимущественно малоценными луговыми травами.

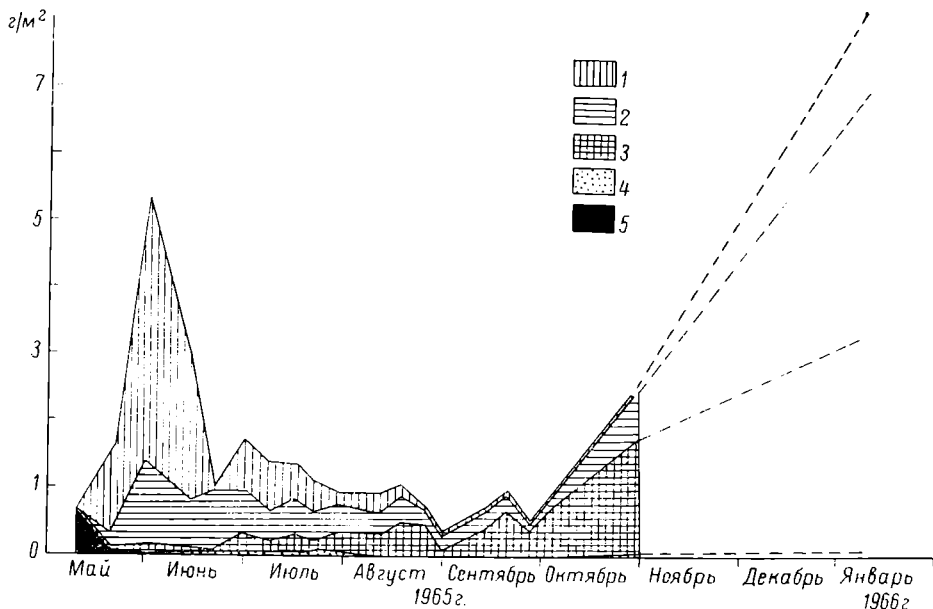
В первый год существования водохранилища глубины в июне—июле достигали местами 3—4 м, но на большей части водоема не превышали 1.5—2.0 м. В водохранилище в течение всего года почти не отмечались течения. 10 мая температура воды была 15—17°. Наибольшие температуры (до 29.6°) наблюдались в середине июля. В зимний период температура опускалась до 6—8°, временами до 3.5°. Прозрачность воды в тихую погоду достигала 1.6—2.0 м по диску Секки. Начиная с июня началось массовое развитие водной растительности и зарастание водоемов, особенно мелких участков. Содержание кислорода в придонных слоях на затопленной суше было высоким (от 6.37 до 12.95 мг/л) и только в летние месяцы в зарослях водной растительности снижалось до 2.9—4.5 мг/л.

Сборы донной фауны проводились на 21 станции: на различных биотопах затопленной суши еженедельно, а на бывших пойменных озерах — ежемесячно. Орудием сбора служил дночерпатель Петерсена с площадью захвата 1/40 м<sup>2</sup>. На каждой станции бралось по 4 пробы. Грунт промывался через сито из шелкового газа № 23. Дальнейшая обработка велась обычно с учетом мезо- и макробентоса. Всего обработано 280 проб.

### ЗАТОПЛЕННАЯ СУША

Первые сборы бентоса проведены 10 мая 1965 г. примерно через четыре месяца после начала затопления. На затопленной суше донная фауна в это время была очень бедной. Она представляла собой смесь почвенной фауны, состоявшей только из дождевых червей, очень характерных для недавно залитой суши, и водной — в основном личинок хирономид (*Glyptotendipes gripekoveni*, *Psectrocladius* gr. *psilopterus*, *Tendipes plumosus*).

которые обычно встречались единичными экземплярами. Средняя биомасса бентоса была очень низкой ( $0.64 \text{ г м}^{-2}$ ), причем 90% ее составляли дождевые черви. Наличие лишь единичных экземпляров хирономид свидетельствует о том, что они поступали с потоками воды. Массовое «аэрогенное» заселение наблюдалось в третьей декаде мая. Уже в пробах 20 мая заметно относительное разнообразие видов хирономид (появились *Procladius*, *Polypedium* gr. *nubeculosum*, *Cricotopus* gr. *silvestris*, *Tanytarsus* gr.



Динамика средней биомассы бентоса и его основных групп на затопленной суше Аракумского водохранилища.

1 — мотыль; 2 — другие хирономиды; 3 — фитофильные формы; 4 — олигохеты; 5 — дождевые черви.

*gregarius*, *Cryptochironomus* gr. *pararostratus*). Численность их увеличилась, а на отдельных станциях биомасса бентоса достигла  $4\text{--}5 \text{ г м}^{-2}$ . В это время дождевые черви встречались лишь единичными экземплярами только на одной станции, а при следующих сборах они уже не обнаруживались. Максимальный подъем биомассы донной фауны произошел в конце мая—начале июня. В это время встречались исключительно личинки хирономид. Биомасса на некоторых станциях 30—31 мая была  $10\text{--}15 \text{ г м}^{-2}$ , средняя биомасса равнялась  $5.26 \text{ г м}^{-2}$ . Более 76% хирономид по биомассе в этот период составлял мотыль *Tendipes plumosus*. На некоторых станциях в большом количестве встречался *Polypedium* gr. *nubeculosum*.



К концу июня общая численность и биомасса хирономид вообще и мотыля в частности сильно уменьшились (см. рисунок). Анализ возрастного состава личинок мотыля показывает, что 75—80% особей в сборах 31 мая—14 июня относится к личинкам IV возраста. Кроме того, встречались и куколки, правда лишь единичные экземпляры. Видимо, первая генерация мотыля, вселившаяся в начале мая, вылетела в середине или во второй половине июня. В дальнейших сборах биомасса и численность мотыля были значительно ниже, чем в мае—июне. К концу июля средняя его биомасса составляла  $0.2 \text{ г/м}^2$ , а в августе—сентябре он встречался только единичными экземплярами. Второго массового заселения дна мотылем не наблюдалось. В октябрьских сборах появились экземпляры мотыля II возраста, но в незначительном количестве, и численность его по-прежнему оставалась низкой. Однако в январе численность мотыля оказалась значительно более высокой — на некоторых станциях его биомасса достигала  $4.85 \text{ г/м}^2$ , а средняя ее величина составляла  $1.22 \text{ г/м}^2$ , при этом более 85% личинок было III и IV возраста.

Возможно, падение численности и почти полное исчезновение мотыля в августе—сентябре объясняется недостатком пищи. Для волжских водохранилищ Ф. Д. Мордухай-Болтовской (1961) отмечал, что в первый год их существования «быстрое и сильное развитие бентоса, состоящего из детрито- и бактериофагов мотылей, говорит об избытке пищи, поступающей, несомненно, от распадающихся в воде остатков наземной растительности». В Аракумском водохранилище этих распадающихся остатков наземной растительности было, по-видимому, сравнительно мало, так как на местности, которая позже была затоплена водохранилищем, травяной покров развивался слабо и в летние месяцы полностью выгорал, а появлявшаяся после осенних дождей скудная растительность глинистых и суглинистых почв зимой вымерзала. Если первая генерация мотыля в какой-то мере обеспечивалась пищей, то для последующих генераций ее могло не хватить. Увеличение количества мотыля к зиме связано, вероятно, с накоплением детрита в результате распада водной растительности, развившейся на более мелководных участках в летние месяцы и в начале осени.

С середины июня на залитой суше местами стали появляться различные водные растения (тростник, разные рдесты, уруть, роголистник, пузырчатка, сальвиния и т. д.). В августе—сентябре растительность сильно развилась. На мелководье (глубины 1.0—1.5 м) образовались заросли и стала появляться фитофильная фауна. Из типично фитофильных форм хирономид встречались *Endochironomus albipennis*, *Ablabesmyia* gr. *monilis*, *Cricotopus* gr. *silvestris* и др. Появились личинки стрекоз, поденок ручейников, а также легочные моллюски *Radix* и фитофильные каспийские бокоплавы *Pontogammarus robustoides*. С середины

августа фитофильная фауна стала преобладающей и по биомассе и по численности. В пробах 25 августа средняя биомасса фитофильной фауны составляла 0.52 г/м<sup>2</sup>, а остальной фауны — 0.256 г/м<sup>2</sup>.

В сентябрьских и октябрьских пробах, когда мотыль почти полностью исчез, в дночерпатель на большинстве станций попадались фитофилы. В январе обнаружена еще более богатая фитофильная фауна, и отмечено увеличение количества мотыля.

Из олигохет единичными экземплярами изредка встречались *Tubificidae* (*Psammoryctes albicola*) и *Lumbriculidae*. Видимо, для их развития еще не образовался необходимый слой ила. Часто, но в небольшом количестве отмечались пиявки (*Piscicola geometra*), а также мизиды (*Limnomysis benedeni*, *Mesomysis kovalévski*). Последние почти не попадались в дночерпатель, но обнаруживались при драгировании.

#### ЗАТОПЛЕННЫЕ ВОДОЕМЫ НИЖНЕГО УЧАСТКА ВОДОХРАНИЛИЩА

На затопленной пойме нижнего участка водохранилища водоемы находились и до затопления. Три станции располагались в районе заболоченной низины. По первым же сборам, проводившимся 14 мая, можно было заключить, что фауна, в основном состоявшая из фитофилов, существовала здесь еще до залития водохранилища. В ее состав входили: *Radix*, личинки ручейника *Ecnomus tenellus* и разных стрекоз, поденки *Orbella hallerata*. Из хирономид преобладали фитофильные формы, единичными экземплярами встречались олигохеты и мизиды. Уже в майских сборах здесь наблюдалась высокая численность бентоса и биомасса достигала значительных величин. Так, 14 мая на одной станции биомасса составляла 22.87 г/м<sup>2</sup>, из них на долю хирономид и олигохет приходилось лишь 3.74 г/м<sup>2</sup>. В летние месяцы с повышением уровня воды прошлогодняя растительность постепенно разлагалась и животных становилось меньше. Однако к концу лета на всех станциях развились заросли, и к зиме вновь образовалась богатая фитофильная фауна.

В северной части Аракумского водохранилища располагалось затопленное оз. Кутлакай. Грунт здесь был серый, глинистый ил с полуистлевшими растительными остатками. Для озера характерно присутствие *Anodonta* и *Unio*. Январские сборы показали высокую численность тубифицид. В отличие от залитой суши мотыль не был массовым видом. Хирономиды были представлены видами других родов, наблюдалось обилие *Procladius*, который часто численно преобладал над другими видами.

В верхнем участке Аракумского водохранилища в 1965 г. проводились только ежемесячные сборы в некоторых затопленных

озерах, которых было недостаточно для получения ясной картины динамики бентоса.

Итак, в Аракумском водохранилище формирование бентоса в первый год происходило примерно так же, как в водохранилищах на Волге (Мордухай-Болтовской, 1961), хотя вследствие его значительно более южного положения (около  $44^{\circ}$  с. ш.) и мелководности сроки наступления отдельных этапов были сдвинуты на более раннее время. Заселение дна мотылем и другими гетеротопами наблюдалось уже в середине мая, в то время как в волжских водохранилищах — в конце июня—начале июля. Однако в Аракумском водохранилище к сентябрю началось зарастание обширных мелководных площадей макрофитами и развитие фитофильной фауны. Видимо, накопление растительного детрита при сохранении еще достаточно высокой температуры, равной  $6-8^{\circ}$  (по Константинову, 1958, развитие мотыля возможно при температуре  $5^{\circ}$  и выше), способствовало новому массовому развитию хирономид (и в частности мотыля), образовавших к январю высокую биомассу.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Константинов А. С. 1958. Биология хирономид и их разведение. Тр. Саратовск. отд. ВНИОРХ, 5.  
Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1961. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, 4 (7).

Дагестанский научно-исследовательский  
институт рыбного хозяйства

В. И. Митропольский

#### ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ *PISIDIUM OBTUSALE* JENYNS

*Pisidium obtusale* в окрестностях Борка встречается в бочагах на верховых болотах. Большинство водоемов, где обитает этот моллюск, временные. Их ложе покрыто осокой, иногда встречаются мхи. Явно заметно тяготение *P. obtusale* к местам, поросшим ивой. В лужах, удаленных от кустарниковой или древесной растительности, он не обнаруживается. Временные водоемы заполняются тальми водами в середине или в конце апреля и окончательно пересыхают к концу июля—началу августа. Вода очень мягкая и слабокислая ( $pH=6.0-6.8$ ), имеет коричневатый оттенок, обусловленный гуминовыми веществами.

ИБВВ РАН  
БИБЛИОТЕКА  
ИНВ. № 25793-17

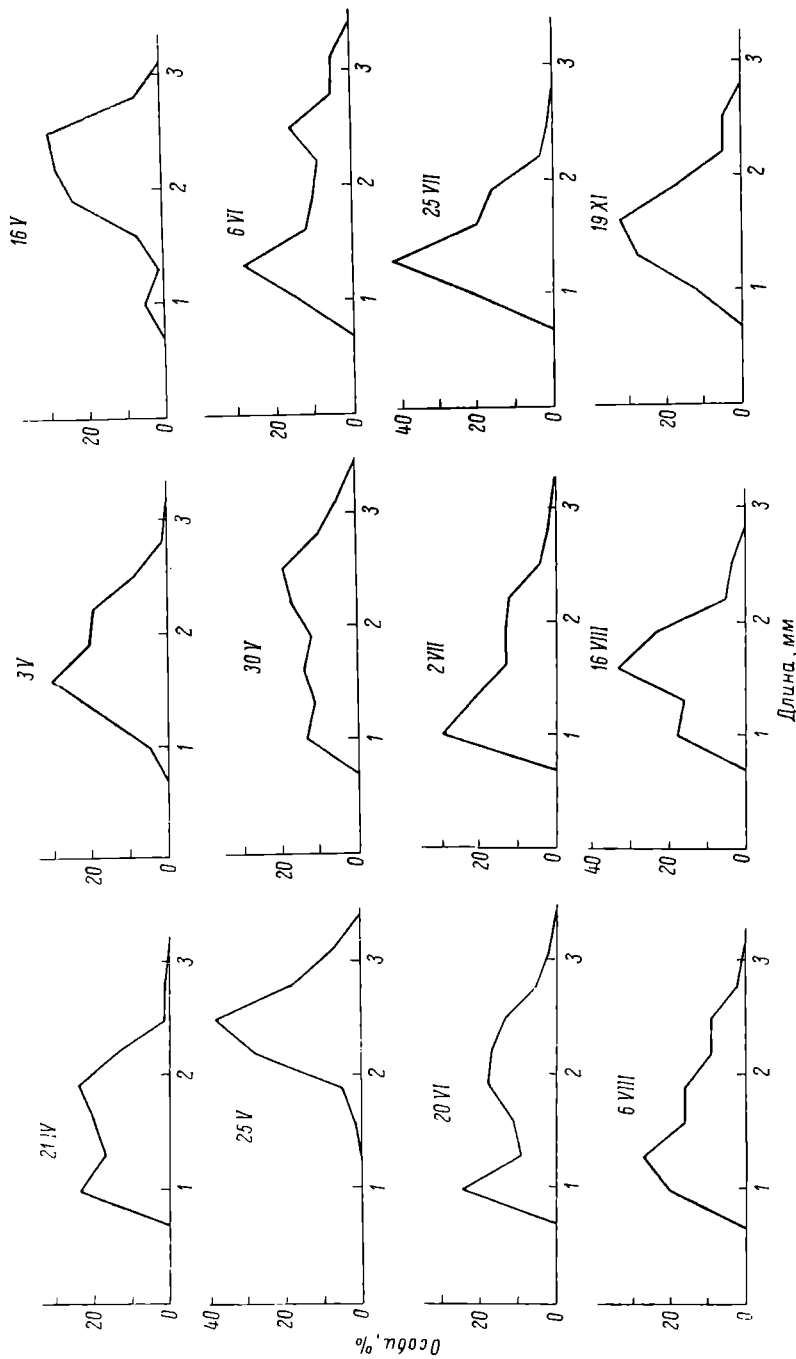
По В. И. Жадину (1952), *P. obtusale* встречается в лужах, болотах и иногда в озерах с мягкой водой. Б. М. Александров (1965) указывает, что на территории Карелии *P. obtusale* обнаружен в водоемах разных типов, но в неглубоких малых озерах он встречается чаще, чем в больших. В больших озерах *P. obtusale* выбирает неглубокие участки с зарослями водной растительности. Автор считает, что данный моллюск обычен для глубин менее 4—5 м, но иногда встречается на глубинах до 9 и даже до 12 м.

Бентем Юттинг (Benthem Jutting, 1959) сообщает, что в Нидерландах *P. obtusale* обитает в водоемах эвтрофированного типа, в том числе в литорали эвтрофных озер. Однако отмечаются случаи нахождения этого моллюска в маленьких лужах дистрофного характера с пониженным показателем рН.

Как показали наши наблюдения, в пересыхающем водоеме *P. obtusale* сохраняется под защитой кустарников, предохраняющих его от прямого воздействия солнечных лучей и чрезмерного пересыхания почвы. Опадающие листья наряду с отмирающей осокой создают дополнительную защиту от вымерзания до выпадения снега. После затопления водоема листья осоки служат субстратом, на котором располагаются перешедшие после зимовки к активному образу жизни *P. obtusale*.

Наблюдения над жизненным циклом *P. obtusale* начаты 21 апреля 1966 г., вслед за наполнением водоема талыми водами. Популяция была представлена особями всех размеров — от 0.9 до 2.7 мм (см. рисунок). Отсутствовали только самые крупные моллюски, с длиной раковины от 3.0 до 3.2 мм (максимальные для данного района размеры). В пробе из 299 моллюсков лишь одна особь достигала размера 3.0 мм.

В конце апреля температура воды в дневные часы достигала 8—10°, так как мелководный водоем быстро прогревался солнцем. «Новорожденные» составляли 23% популяции. В это число, помимо вновь появившихся моллюсков, входила также перезимовавшая молодежь размером 0.9—1.1 мм, которую иногда можно было обнаружить в створках взятых зимой погибших моллюсков. Около 16% особей превышали размеры 2 мм и содержали крупных зародышей на последних стадиях развития. Как видно из рисунка, в мае шел быстрый рост молодежи, а процесс ее отрождения протекал медленно. Если 21 апреля подрастающая молодежь размером 1.2—1.7 мм составляла 27% популяции, то уже 3 мая она достигла 47%, а процент новорожденных снизился с 23 до 5. К середине мая особей размерной группы 1.2—1.7 мм стало всего 7.6%. В популяции начали преобладать моллюски размером более 2 мм. 16 мая они составляли 65% популяции, а 25 мая — 92%. К этому сроку отрождение молодежи почти прекратилось, но в последнюю пятидневку мая вновь усилилось, достигло максимума в июне и сохранялось на высоком уровне до пересыхания водоема в конце июля.



Вариационные кривые длины створок *Pisidium obtusale* Јелунас в апреле—ноябре 1966 г.

28 июля водоем высох окончательно. Еще до его пересыхания наблюдалось выпадение размерной группы 3.0—3.2 мм. С начала пересыхания водоема стала выпадать и группа размером 2.7—2.9 мм. Таким образом, в этот период происходило отмирание наиболее крупных моллюсков. В безводный период наблюдалось отмирание моллюсков всех размерных групп, но соотношение между ними изменялось мало. К 19 ноября, по приблизительным расчетам, отмерло около 80% популяции. Расчеты не могли быть точными, потому что трудно установить момент гибели данной особи (до пересыхания или в период пересыхания водоема).

В конце мая наряду с активизацией процесса отрождения молодежи происходило быстрое отмирание крупных особей. 30 мая особи длиной более 2 мм составили 50% против 92% 25 мая. В районе наблюдения размеры *P. obtusale* достигают обычно 3.0 мм, максимально 3.1—3.2 мм. Крупные особи встречаются в течение всего года, но во время зимовки и летне-осеннего высыхания водоема их мало. Самые крупные особи (размером 3.1—3.2 мм) в эти периоды не встречались.

Четко выраженной смены поколений заметить не удалось.

Отрождение молодежи с той или иной интенсивностью идет все время, пока водоем наполнен водой: более низкое оно в первой половине мая, когда половозрелых особей размером более 2 мм мало, и выше в июне, после накопления к концу мая крупных особей. Отмирание крупных особей также происходит постоянно. Его интенсивность возрастает с повышением интенсивности отрождения молодежи. В отличие от *Musculium lacustre*, у которого зимуют особи лишь одной размерной группы (Митропольский, 1965), у *P. obtusale* зимой встречаются особи различных размеров.

В отличие от видов *Sphaerium* и *Musculium*, имеющих в марсупиях эмбрионов на разных стадиях развития и отрождающих молодежь порционно, у *Pisidium* такой порционности не наблюдается. У *P. obtusale* эмбрионы встречаются в течение всего года, в том числе и в период покоя. Как и у других видов *Pisidium*, у каждой данной особи все эмбрионы находятся примерно на одной стадии развития и мало отличаются по величине. При вскрытии в одной особи обнаруживалось до 20 эмбрионов, но обычно их меньше (5—10). Довольно часто встречаются особи, содержащие в марсупиях 3—4 зародыша. Иногда наблюдались отклонения от обычного для *Pisidium* одновременного созревания эмбрионов. Так, у особи размером 2.6 мм наряду с шестью экстрамарсупиальными эмбрионами размером 0.9—1.0 мм был встречен один зародыш размером 0.7 мм, находившийся еще в марсупии. При массовом вскрытии моллюсков такие явления наблюдались редко, и этот случай можно считать аномальным.

Наличие у крупных особей зародышей, находящихся на ранних стадиях развития, позволяет предположить, что моллюск в течение жизни производит молодежь более одного раза. Так,

наблюдалось наличие эмбрионов размером 0.15 мм у особи длиной 3.1 мм, в другом случае отмечалось 20 эмбрионов размером 0.2 мм у особи длиной 3.0 мм. Такие случаи довольно часты. 30 мая 20% крупных беременных особей имели зародышей, находившихся на ранней стадии развития.

Таким образом, наш вид *Pisidium* по ряду биологических особенностей отличается от обитающих в сходных условиях видов *Musculium* и *Sphaerium*.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Александров Б. М. 1965. Двустворчатые моллюски озер Карелии. Фауна озер Карелии. Беспозвоочные. Изд. «Наука», М.—Л.
- Жадин В. И. 1952. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Митропольский В. И. 1965. Наблюдения над жизненным циклом, темпом роста и способностью к перенесению высыхания у *Musculium lacustre* (Müller). Экология и биология пресноводных беспозвоочных. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 8 (11).
- Ben them Jutting, W. S. van, 1959. Ecology of freshwater Mollusca in the Netherlands. Basteria, 23.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Б. А. Вайнштейн

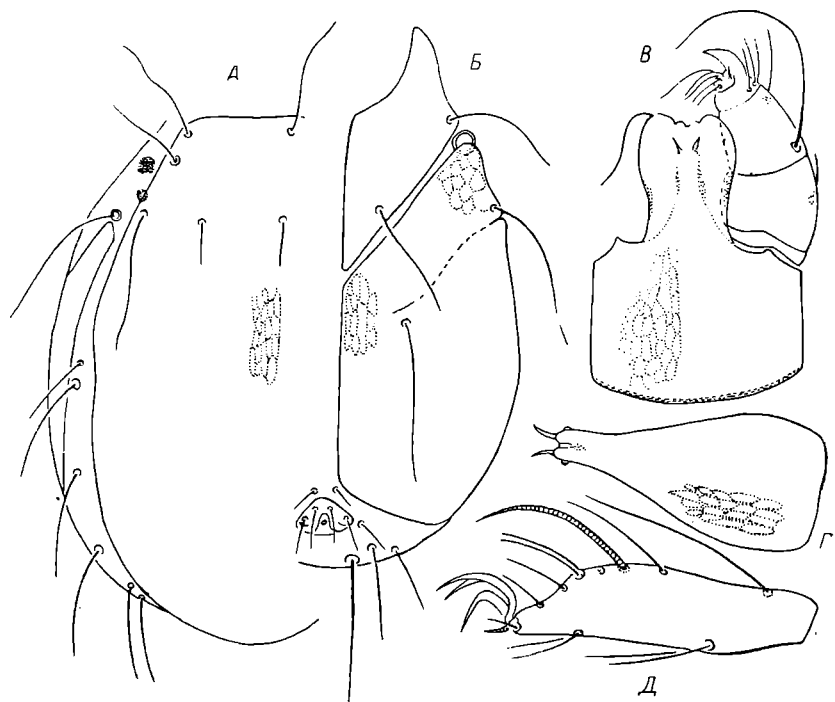
#### ЛИЧИНКА *FORELIA VARIEGATOR* (KOCH, 1837) (*HYDRACHNELLAE*)

Многочисленные самки этого вида собраны в окрестностях Борка 22—23 мая 1961 г. Яйца были отложены в день поимки, личинки появились 6 июня. До настоящего времени была известна лишь одна личинка этого рода — *F. liliacea* (Müll., 1776), описанная Пирзигом (Piersig, 1897—1900). Однако краткость описания и недостаток иллюстраций не позволяют пока выявить различия между личинками этих двух видов.

Дорсальный щит (см. рисунок, А) яйцевидный. Его передний край почти прямой, задний — сужен. По бокам две пары слабых выемок: на уровне глаз и на уровне лопаточных щетинок. Глазные щитки расположены на латеро-дорсальной поверхности тела и в препаратах могут частично прикрываться дорсальным щитом. Дорсальный вырост коксального щита достигает плечевой щетинки и хорошо виден сверху. Набор туловищных щетинок обычный для *Pioninae* (Вайнштейн, 1965): абдоминальных, хвостовых и крестцовых — по одной паре; анальных, постанальных, пояс-

нических, предпоясничных и лопаточных — по две пары. Внутренняя лопаточная щетинка явно короче внешней.

Гипостом относительно мал (см. рисунок, В). Гнатококс массивные с сетевидной скульптурой. Педипальпы очень массивные. Их вертлуг неподвижно сросся с бедром, а лапка с голенью. На лапке педипальпы 5 нитевидных щетинок и небольшой



Детали строения личинки *Forelia variegator*.

А — вид сверху; Б — вид снизу; В — гипостом и педипальпы снизу; Г — хелофор сверху; Д — левая передняя лапка.

солений, прикрытый крупным когтем голени. На голени, кроме того, 3 малых обычных щетинок. Гипостомальные щетинки необычной конической формы, галеальные — обычные. Вершина гипостома с немногочисленными округлыми бахромками. Хелофор округлый сзади и сильно суженный спереди (см. рисунок, Г). Уростигмы круглые с выпуклой полупрозрачной крышечкой. Число всех щетинок на конечностях (в скобках — плавательные щетинки) следующее:

Нога	Тазик	Вертлуг	Бедро	Колено	Голень	Лапка
I	2	1	7	6(1)	12(2)	14
II	1	1	7(1)	6(1)	11(2)	13
III	1	1	6(1)	5(1)	10(2)	11



Специализированные щетинки: соленидии — по одному на всех коленях, на голени III и на лапках I и II, по два на голени I и II; эпатиды — по одной на коленях I и II, на голени и лапке I; акантоиды — по одному на всех лапках; мечевидные щетинки — по одной на всех коленях и голени. Коготков 3 (см. рисунок, Д). Амбулакры серповидные, эмподий крючковидный. Все склериты мелкопористые. Склериты ног, кроме того, с очень тонкой продольной штриховкой. Туловищные щиты, гнатококсы и стилофор с сетчатой скульптурой, более крупной с вентральной стороны и по наружным краям склеритов, и более мелкой с дорсальной стороны и по медиальным краям склеритов.

Анальный щиток (см. рисунок, Б) треугольный, его направленная вперед вершина закруглена, а основание с широко закругленным выступом. Анальное отверстие продольно-овальное.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Вайнштейн Б. А. 1965. Строение личинок водяных клещей (*Hydrachnellae*). Тр. Инст. биол. внутр. вод, 9 (12).  
Piersig R. 1897—1900. Deutschlands Hydrachniden. Zoologica, 9, 22. Stuttgart.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. П. Луферов

#### РОЛЬ СВЕТА В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЭПИБИОНТНЫХ ЛИЧИНОК *CHIRONOMIDAE* В ОЗЕРЕ СЕВАН

Настоящее сообщение о распределении личинок хиромид в высокопрозрачном оз. Севан служит дополнением к ранее опубликованным материалам о их распространении в мутных и среднепрозрачных водоемах (Луферов, 1966а). Метод исследования описан в указанной работе. Материал собирался до глубины 20 м в июле 1964 г. у входа в Артанышскую бухту. Кроме освещенности у дна измерялись температура и содержание кислорода. Придонная освещенность в дневные часы падала от 105 000 лк на глубине 0.1 м до 300 лк на глубине 20 м. Коэффициент пропускания света слоем воды в 1 м (прозрачность по Петрову, 1964) составлял 0.74—0.80.

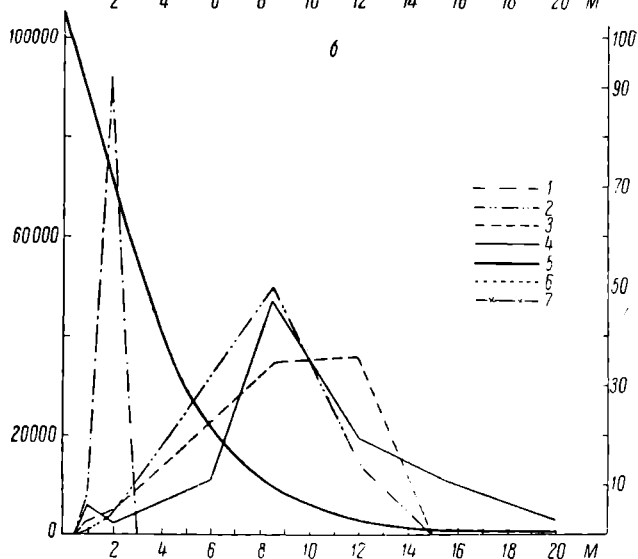
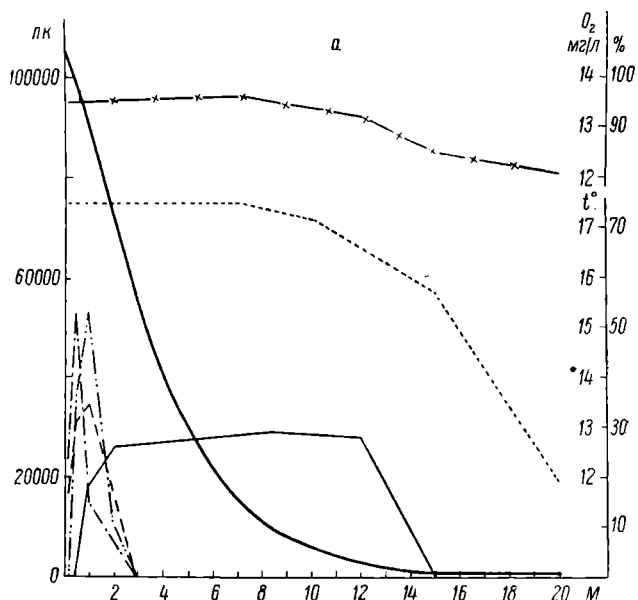
Среди литофильных эпибионтов массовыми формами были личинки *Tanytarsus sevanicus* Tshern. и *Orthocladius* ex gr. *saxicola* Kieff. Иных видов указанных родов не было обнаружено.

На рисунке численность личинок выражена в процентах для каждого вида и возраста в отдельности. За 100% принималась суммарная численность личинок определенного вида и возраста из всех взятых проб. У *T. sevanicus* наиболее светолюбивыми оказались личинки I возраста, которые почти все (92%) концентрировались на глубине 2 м при освещенности 75 000 лк. Более освещенные горизонты они явно избегали. Личинки остальных возрастов концентрировались на большей глубине, предпочитая силу света не выше 10 000 лк. Нижней границей распространения личинок II и III возраста являются глубины 12—15 м с освещенностью в пределах 3500—1500 лк. Личинки IV возраста в незначительном количестве обнаружены также на глубине 20 м при освещенности около 300 лк. Очевидно, они встречаются и на больших глубинах.

Личинки *O. ex gr. saxicola* более светолюбивы. В I возрасте они концентрируются преимущественно (53%) на глубине 0.5 м при очень высокой освещенности (около 100 000 лк), а значительная часть из них (24%) обнаружена на глубине 0.1 м при освещенности 105 000 лк. Личинки II и III возраста концентрируются также на малой глубине при освещенности около 95 000 лк. Часть личинок (16%) II возраста держится на глубине 0.1 м при освещенности 105 000 лк. Личинки III возраста встречаются начиная с полуметровой глубины при освещенности 100 000 лк. Глубже 3 м и при освещенности ниже 55 000 лк личинки первых трех возрастов не обнаружены. Личинки IV возраста отмечаются на всех глубинах (начиная с 1 м) при освещенности 90 000 лк. Они наблюдаются также на глубине от 2 до 12 м в широком диапазоне освещенности — от 80 000 до 2500 лк.

Таким образом, личинки *O. ex gr. saxicola* концентрируются в зоне необычайно высокой интенсивности света — до 105 000 лк. В северных и средних широтах столь высокой освещенности не бывает. В какой-то мере этому, очевидно, способствует относительно низкая температура воды в озере. Известно, что с понижением температуры до определенного предела личинки предпочитают более высокую освещенность (Луферов, 1966б). В оз. Севан вода даже в жаркие месяцы обычно не прогревается выше 16—17°. Личинки *Orthocladius* здесь явно предпочитают биотопы в зоне высокой освещенности. Менее светолюбивыми оказались личинки *Tanytarsus*. Подобную же картину мы наблюдали в озерах Карелии (Луферов, 1966а) и в волжских водохранилищах (Луферов, 1962). Экспериментально было показано, что самыми светолюбивыми личинками из хирономид являются различные *Orthoclaadiinae* (Заболоцкий, 1939; Луферов, 1966б).

Из рисунка видно, что температура и количество кислорода до глубины 10 м практически не менялись, тогда как именно в этой зоне распределение личинок варьировало. Питаются личинки в основном детритом, в изобилии покрывающим поверх-



Распределение личинок *Chironomidae* в оз. Севан в зависимости от освещенности.

*a* — *Orthocladus ex. gr. saxicola*; *б* — *Tanytarsus sevanicus*. 1 — личинки I возраста; 2 — личинки II возраста; 3 — личинки III возраста; 4 — личинки IV возраста; 5 — освещенность; 6 — температура; 7 — содержание кислорода. По оси абсцисс — глубина (в м); по оси ординат — освещенность (в лк), содержание кислорода (в мг/л), температура воды и численность личинок (в %).

ность субстрата на всех глубинах. Разумеется, что температура и содержание кислорода, постоянные в этой зоне, а также обилие пищи не могут оказывать влияния на распределение личинок по глубинам. Как уже отмечалось ранее (Луферов, 1966а), основным фактором, определяющим распределение хирономид, является свет. Это подтверждается данными приведенной таблицы.

Распространение эпибионтных личинок *Chironomidae* в озерах с различным световым режимом

Водоем	Прозрачность	Глубина падения освещенности до 0.01 лк, м	Нижняя граница распространения личинок, м
Выгозеро . . . . .	0.04—0.10	5—5.5	3
Свирское водохранилище . . . . .	0.14—0.27	7—8	5
Ладожское озеро . . . . .	0.24—0.50	11—12	8
Онежское озеро . . . . .	0.40—0.64	13—14	10
Оз. Севан . . . . .	0.74—0.80	45—50	Свыше 20

Материал, полученный в результате наблюдений в водоемах различной прозрачности, позволяет дать количественную оценку влияния света на распределение личинок хирономид по глубинам. Из таблицы следует, что чем больше прозрачность и чем соответственно глубже проникновение света, тем на большие глубины расселяются эпибионтные личинки хирономид. У нижней границы заселения оказываются только менее светолюбивые личинки IV возраста. Однако и они, как правило, не встречаются в зоне полной темноты или хотя бы при освещенности около 0.01 лк. Различие в подводной освещенности различных водоемов, например Выгозера и оз. Севан, настолько велико, что нижняя граница обитания личинок меняется почти десятикратно. На Выгозере распространение личинок ограничено всего лишь узкой полосой трехметровой изобаты. Таким образом, большая часть дна озера остается незаселенной эпибионтными личинками хирономид. Роль света в этом случае трудно недооценить.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Заболотский А. А. 1939. Термо- и фототаксисы личинок *Chironomidae*. Зоол. журн., 18, 6.  
 Луферов В. П. 1962. Вертикальное распределение личинок *Tendipedidae*, заселяющих деревья. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, 2.  
 Луферов В. П. 1966а. Роль света в распределении личинок *Chironomidae* в озерах Карелии. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 12 (15).

Луферов В. П. 1966б. Влияние освещенности и температуры на фотореакцию личинок *Cricotopus* ex gr. *silvestris*, *Corynoneura* sp. и *Endochironomus albipennis*. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 12 (15).  
Петров Б. М. 1964. Прозрачность вод озер Ладожского и Красного. В сб.: Озера Карельского перешейка. Изд. «Наука», М.—Л.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Р. А. Родова

### САМКИ ХИРОНОМИД

#### III. *PRODIAMESA OLIVACEA* MEIG. (*DIPTERA*, *CHIRONOMIDAE*)

Длина 6 мм. Окраска тела коричневая. Теменные щетинки (рис. 1, *А*, *тщ*) тонкие, светлые, расположены не только за глазами, но доходят до срединной линии головы. Затылочный склерит грубо пунктирован, швы его черные (рис. 1, *А*, *зск*). Лобные штифты отсутствуют. Клипеус (рис. 1, *А*, *кл*) полукруглый, щетинки на нем светлые, тонкие, длина их приблизительно равна высоте клипеуса. Максиллярные щупики темные, 4-члениковые, на II членике щетинок гораздо больше, чем на остальных. Глаза (рис. 1, *А*, *гл*) крупные, голые, с прямым задним краем.

Антенны (рис. 1, *Б*) 6-члениковые, темные. На I членике в отличие от большинства видов хирономид имеется пучок из 4—5 длинных прямых щетинок. На II—V члениках сенсилл не по две, как у большинства видов, а по три и более. Они разного размера. На вздутой части II—V члеников поясок прямых длинных щетинок. Теки щетинок и сенсилл светлые, крупные. II членик с двумя вздутиями, по длине равен последнему или несколько превышает его. На последнем членике много светлых сенсилл с крупными теками и 2 прямые длинные щетинки: одна у самой вершины и одна вблизи нее. Вся антенна покрыта короткими волосками.

Переднеспинка (рис. 1, *В*) хорошо развита, посредине с ясным вырезом, покрыта короткими волосками. У ее заднего края по бокам группа тонких щетинок. Медиальные темные полосы (рис. 1, *Г*, *мп*) доходят до щитка. Дорсомедиальных щетинок нет, дорсолатеральных — 50—54, преалярных — 20. Щиток светлый, с многочисленными щетинками. Заднеспинка темная (рис. 1, *Г*, *зс*). На плеврах темные пятна характерной формы (рис. 1, *Г*, *п*). Грудь темная (рис. 1, *Г*, *гр*).

Длина крыла 4.5 мм, ширина 1.5 мм (рис. 1, Д). Жилки коcostальная, радиальные, r—m, M до r—m и Cu до m—cu темные; r—m утолщена, косая; f—cu дистальнее m—cu. Costa заходит за R<sub>4+5</sub>,

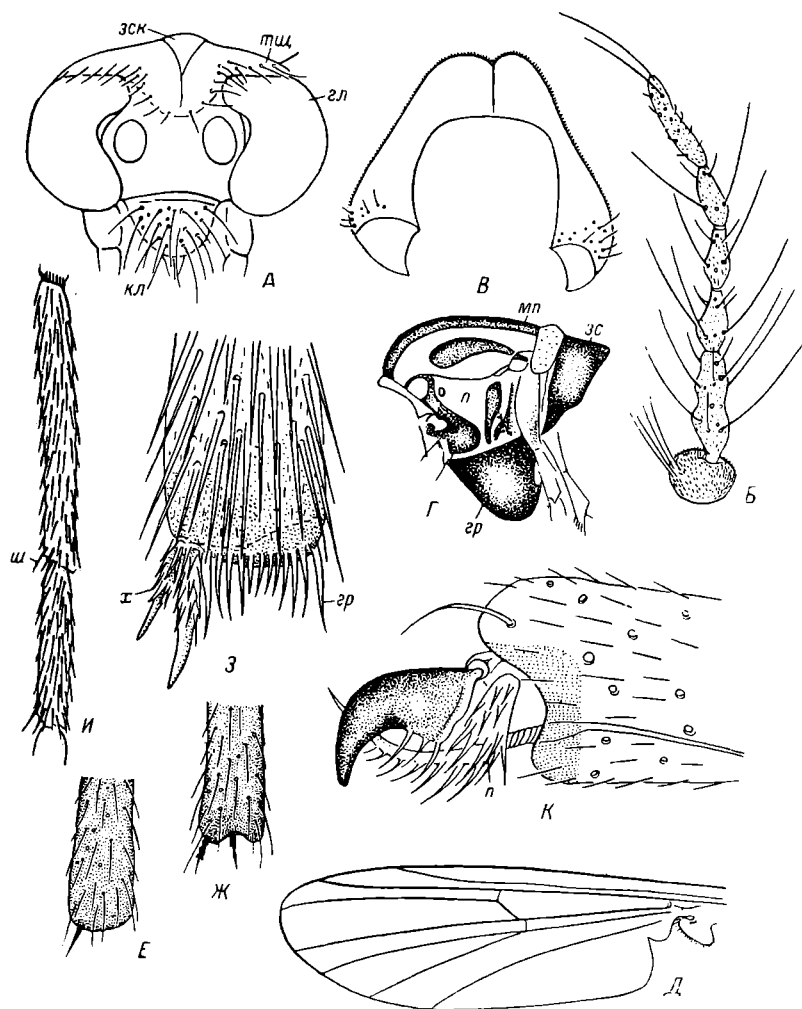


Рис. 1. Детали строения самки.

Объяснения в тексте.

Cu<sub>2</sub> прямая. Передний край крыла густо усеян короткими острыми щетинками, задний — короткими волосками. R<sub>1</sub> и R<sub>4+5</sub> с редкими щетинками. Рукоятка радиальной жилки с 4—5 щетинками в центре, тремя порами перед ними и двумя группами мелких

пор в базальной и дистальной частях. Крыловая чешуйка густо окаймлена волосками, с темным пятном и щеткой.

Жужжальце покрыто короткими волосками, несет 15 щетинок; ножка темная, головка светлая.

Ноги темные, с большим количеством длинных острых щетинок. Особенно густо покрыты щетинками лапки. Тазики и лапки всех ног, передние голени и вершины средних и задних темно-коричневые. Передняя голень (рис. 1, *Е*) с одной шпорой,

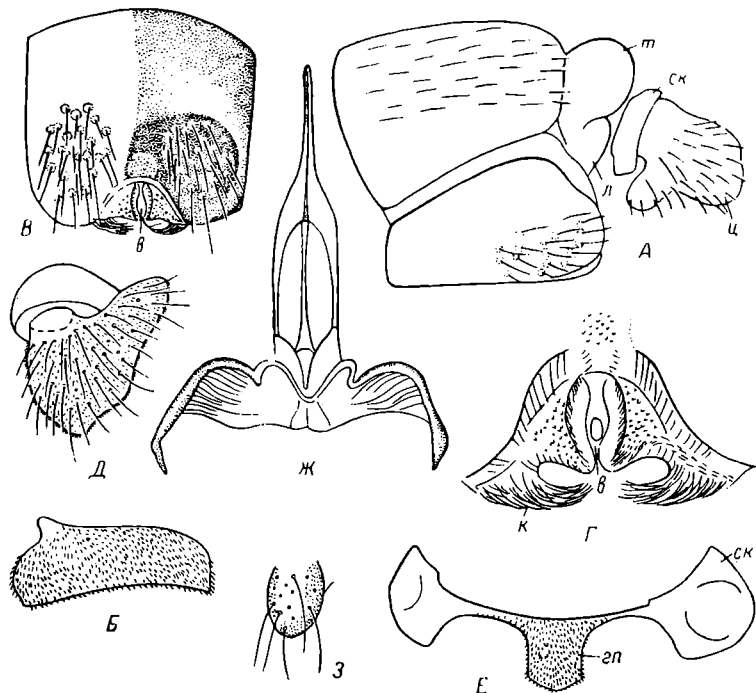


Рис. 2. Детали строения конца брюшка.

Объяснения в тексте.

средняя (рис. 1, *Ж*) и задняя (рис. 1, *З*) с двумя разной длины. Шпоры черные, на  $\frac{3}{4}$  от основания покрыты грубыми шипами (рис. 1, *З*, *х*). Вершина задней голени заканчивается гребешком (рис. 1, *З*, *гр*), находящимся рядом с длинной шпорой. Он состоит из редко расположенных светлых щетинок и охватывает половину окружности голени. В средней части гребешок короче, по бокам длиннее. I и II членики средней и задней лапок на вершине с двумя гладкими шипами (рис. 1, *И*, *ш*). Иногда на II членике задней лапки один шип. Эмподий обычный, пульвиллы сильно редуцированы (рис. 1, *К*, *п*) и, возможно, поэтому ранее

считались отсутствующими (Brundin, 1956). Базальная утолщенная часть коготка с многочисленными хетоидами.

IX тергит (рис. 2, А, *m*) гораздо меньше предыдущих, темный, выпуклый, покрыт щетинками. X тергит (рис. 2, А, *ск*; В; Е, *ск*) состоит из двух густо опушенных склеритов, охватывающих основание церков впереди и по сторонам. Поверхность склеритов неровная, передний край с небольшим выступом, задний прямой.

VIII стернит (рис. 2, В) с двумя буграми, покрытыми щетинками. Вокруг тек щетинок светлые пятна. В задней части стернита посредине вырез с густо опушенным темным краем (рис. 2, В, *в*; Г, *в*). Стернит по краям выреза покрыт шипиками. Выросты заднего края стернита с двумя массивными кисточками волосков (рис. 2, Г, *κ*). IX латеростернит выпуклый, покрыт щетинками (рис. 2, А, *л*; З).

Церки (рис. 2, А, *ц*; Д) при рассматривании сбоку округло-треугольные. На них многочисленные щетинки и мелкие волоски. Постгенитальная пластинка (рис. 2, Е, *gn*) с параллельными боковыми краями и треугольной вершиной, покрыта мелкими шипиками.

Аподема (IX стернит) с темными, изогнутыми у основания ветвями (рис. 2, Ж). Дистальные части ветвей отогнуты в стороны. Сперматек 3, они темные, небольшие. Протоки сперматек длинные, извитые. Капальцы секреторных клеток, окружающих протоки, хорошо видны.

Автор выражает благодарность А. И. Шиловой за предоставление определенного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

Brundin, L. 1956. Zur Systematik der *Orthoclaadiinae* (Dipt. Chironomidae). Inst. Freshw. Res. Rep., 37.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Р. А. Родова

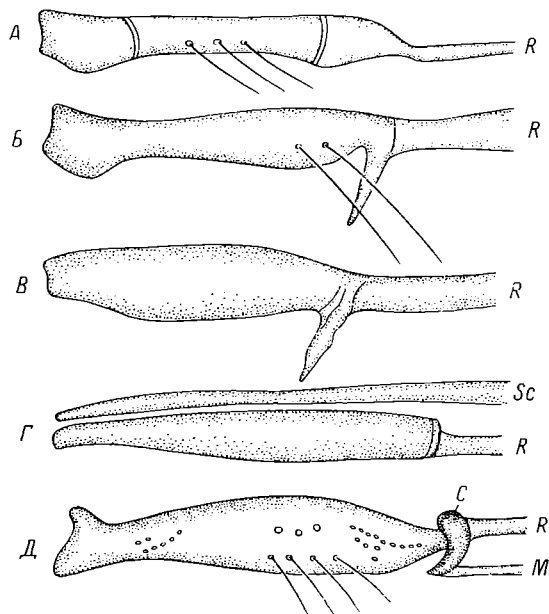
#### РАДИАЛЬНАЯ ЖИЛКА КРЫЛА ХИРОНОМИД (*DIPTERA*, *CHIRONOMIDAE*)

Обычно радиальная жилка у двукрылых отходит от сочленения со вторым аксиллярным склеритом и, не прерываясь, тянется до вершины, по-разному разветвляясь в различных группах. В основании крыла она утолщена и образует в большинстве



случаев на уровне плечевой жилки изгибы, изломы, выступы, направленные назад (Роденфорд, 1946). Базальные отрезки главнейших стволов жилок Б. Б. Роденфорд называет «рукоятками».

В отличие от других двукрылых (см. рисунок, А—Г) у хирономид рукоятка отделена от радиальной жилки (см. рисунок, Д). Она представляет собой утолщенное склеротизированное образование, на котором сверху в базальной и дистальной частях на-



Рукоятка радиальной жилки правого крыла сверху (схематизировано).

А — *Musca domestica*; Б — *Culex*; В — *Anopheles*; Г — *Tipula*; Д — *Ablabesmyia monilis*. R — радиальная жилка; Sc — субкостальная жилка; M — медиальная жилка; C — склерит. Поры указаны только у *Ablabesmyia*.

ходятся группы мелких пор, между которыми расположены от 2 до 10 (у разных видов) крупных щетинок, а перед щетинками почти всегда еще 3 крупные круглые поры. Поверхность рукоятки покрыта мелкими волосками или шипиками. Иногда на ней имеются темные пятна.

Между радиальной жилкой и ее рукояткой расположен короткий, изогнутый и часто более темный промежуточный склерит. Этот склерит вместе с прилегающими частями жилки образует подобие сустава, сообщаящего некоторую подвижность переднему краю крыла, возможно, используемую при полете.

Роденфорд Б. Б. 1946. Эволюция крыла и филогенез длинноусых двукрылых *Oligoneura* (Diptera, Nematocera). Тр. палеонтологич. инст. АН СССР, 13, 2.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

А. И. Шилова и Т. Н. Куражковская

# СОЖИТЕЛЬСТВО

*GLYPTOTENDIPES VARIPES* GOETGH.

И МШАНКИ *PLUMATELLA FUNGOSA* PALL.

В колониях мшанки *Plumatella fungosa* находят убежище и встречаются в большом количестве личинки различных видов хирономид (Wesenberg-Lund, 1943; Wolnomiejski, 1964). Однако до сих пор среди них не было известно ни одного вида, не встречающегося вне колоний мшанок (Thienemann, 1954). Таким видом оказался *Glyptotendipes varipes* Goetgh. 1927. Сотни его личинок и куколок были собраны нами в начале июля 1967 г. в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища в многолетних колониях *Plumatella*.

*G. varipes* был указан Гётгебюром (Goetghebuer, 1937) для Бельгии. Его преимагинальные стадии и биология не были известны.

Личинки *G. varipes* живут внутри колонии *P. fungosa*, где строят паутинные домики. Сидя в них и ундулируя, они периодически высовываются из убежища, подбирают экскременты и различные органические частицы, застревающие между зооидами мшанки, и питаются ими. Таким образом они играют роль санитаров. При этом мшанка, быстро убирающая щупальца при прикосновении к ней постороннего предмета (иглы, личинок других видов хирономид или олигохет, случайно ползающих по колонии), никак не реагирует на присутствие личинок *G. varipes*.

Не без труда удастся извлечь личинок из колонии. В то время как случайные обитатели легко покидают мшанку, личинки *G. varipes* добровольно свое убежище не оставляют. Мы извлекали личинок, раздирая колонии мшанки на мелкие части. Вне колонии личинки малоподвижны и беспомощны подобно видам, живущим в губке (*Demeijera rufipes* L., *Xenochironomus xenolabus* Kieff.).

Перед окукливанием личинки строят очень плотный коричневый кожистый домик, на обоих концах которого находятся сифоны диаметром значительно менее ширины головной капсулы.

Перед вылетом имаго куколка разрывает стенки домика и всплывает на поверхность воды.

Вид этот впервые обнаружен в Советском Союзе и лишь второй раз в Европе (Goetghebuer, 1937).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Goetghebuer M. 1937. *Tendipedidae (Chironomidae) b). Subfamiliae Tendipedinae (Chironominae)* in Lindner: Die Fliegen der palaarktischen Region. Lief. 13 c.
- Thienemann A. 1954. *Chironomus*. Die Binnengewässer, 20.
- Wesenberg-Lund C. 1943. *Biologie der Süßwasserinsekten*. verl. J. Springer. Berlin—Wien.
- Wolnomiejski N. 1964. Larwy *Tendipedidae* minujace w koloniach mszywiolow *Plumatella fungosa* Pall. Acta Hydrobiologica, 6, 3, Krakow.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Э. И. Извекова и Ю. И. Сорокин

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПИТАНИЯ ЛИЧИНОК *CHIRONOMUS ANTHRACINUS* ZETT. С ПОМОЩЬЮ C<sup>14</sup>

*Chironomus anthracinus* наряду с близким ему видом *Ch. plumosus* L. является массовым компонентом бентоса наших водоемов. Личинки того и другого вида встречаются вместе (Jönasson, Kristiansen, 1967) или *Ch. anthracinus* вытесняет *Ch. plumosus*, занимая его место в биоценозах профундали (Соколова, 1959). Это свидетельствует о близости экологических особенностей данных видов.

Питание личинок всей группы *Ch. f. l. plumosus* и вида *Ch. plumosus* изучалось многими авторами. Уолш (Walshe, 1947) показала, что эти личинки могут питаться тремя различными способами: 1) строить сеть внутри домика и фильтровать через нее воду, т. е. почти так же, как это делают фитофильные хирономиды-фильтраторы; 2) собирать пищевые частицы, приставшие к внутренним стенкам домика; 3) собирать детрит с поверхности грунта, высываясь из домика.

Такой же тип питания у этих личинок наблюдали Гарниш (Harnisch, 1954) и Шилова (1955). Но они отметили, что фильтрационную сеть личинки не плели, а лишь натягивали паутинные нити, идущие слегка наискось в домике.

В качестве пищи личинки *Ch. plumosus* используют бактерий, живые и отмершие водоросли, детрит (Горбунов, 1946; Родина,

1949; Бородин, 1956; Константинов, 1958, 1959; Сорокин и Мешков, 1958; Марголина, 1961). Н. Д. Бородин (1956) указывала на преобладающее значение водорослей в откорме личинок, Г. Л. Марголина (1961) отмечала, что лишь 20—30% пищевого спектра составляют водоросли, 40% — неоформленные органические частицы, 30% — минеральные частицы и 5% — бактерии.

Согласно Ионассону и Кристьянсену (Jónasson, Kristiansen, 1967), личинки *Ch. anthracinus* по способу питания близки к *Ch. plumosus*. Они также строят U-образные домики и фильтруют через них воду. Автор считает, что основной пищей этих личинок являются водоросли, оседающие на дно, и предположительно бактерии.

Нами выполнено экспериментальное исследование питания *Ch. anthracinus* с применением радиоуглеродного метода (Сорокин, 1966). Нас интересовало значение детрита, водорослей и бактерий как пищи личинок *Ch. anthracinus*. Особое внимание уделялось изучению влияния степени бактериального распада детрита на его пищевую ценность. Наряду с этим была предпринята попытка выяснить вопрос о фильтрационном способе питания этих личинок.

Животные для опытов были собраны в Учинском водохранилище 4 и 12 ноября 1967 г. с глубины 11 м. Это были личинки IV возраста (длина 15—18 мм, диаметр головной капсулы 0.7—0.8 мм, сырой формалиновый вес 14.5—15 мг, сухой вес 1.8 мг, среднее содержание углерода, определенное методом прямого сжигания в хромовой смеси, 370 γ C). Личинки были активны, и их кишечника заполнены. Соотношение компонентов пищи в кишечниках личинок *Ch. anthracinus* (в процентах от площади, занимаемой всем содержимым кишечника) представлено ниже.

Дата	Неоформленные органические частицы	Остатки животных	Водоросли	Минеральные частицы	Всего
4 XI	65.7	2.4	0.97	30.93	100
12 XI	56.7	1.2	1.5	40.6	100

Личинки, помещенные в аквариум, строили в илу U-образные или горизонтальные домики с отверстиями на концах. У одного из отверстий скапливалась горка фекалий. Через другое отверстие личинка иногда высовывалась и, совершая колебательные движения головой, скрепляла паутинкой частицы ила, а затем стягивала всю сеть с приставшими к ней частицами в домик.

Опыты по изучению питания личинок *Ch. anthracinus* производились в лаборатории при температуре 18—20°. Животных отмывали от частичек ила и помещали в чашки Петри, заполненные фильтрованной водой. В качестве пищи им предлагали меченный C<sup>14</sup> корм: детрит, водоросли или бактерий. Детрит готовили из меченных растений (молодой частухи, кладофоры).

Растения растирали в ступке с водой до жидкой кашицы, переносили этот гомогенат в пробирку, заражали небольшой порцией ила и ставили в термостат при температуре 27°. Через несколько дней эта масса превращалась в детрит, насыщенный бактериями и простейшими. Из водорослей использовали только хлореллу, меченную  $C^{14}$ . Бактерий, меченных  $C^{14}$ , готовили в виде гомогенной взвеси и в виде отдельных пленочек. В ходе опытов опреде-

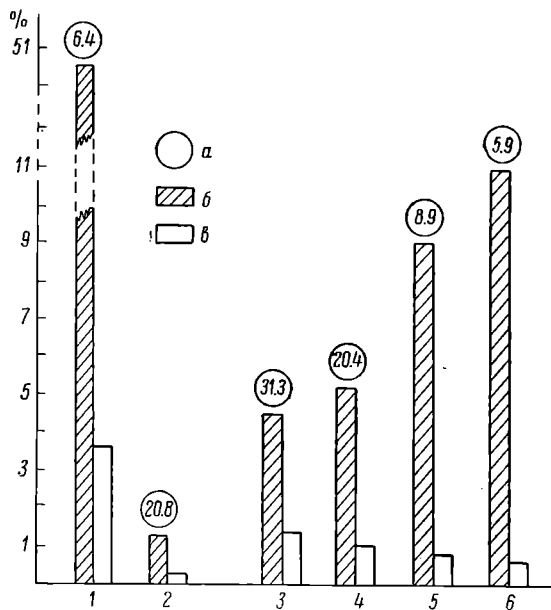


Рис. 1. Усвояемость (а), суточный рацион (б) и индекс усвоения (в) различных видов кормов личинками *Ch. anthracinus*.

1 — детрит из диатомов; 2 — хлорелла; 3—5 — детрит из хлореллы (бактериальное разложение соответственно 2, 4 и 6 дней); 6 — растертая свежая хлорелла.

ляли рацион и «индекс усвоения» (интенсивность усвоения) —  $C_y/C$  (Сорокин, 1966). Продолжительность опытов при определении рациона составляла 45 мин. для детрита и 2 часа для водорослей и бактерий, а при определении  $C_y/C$  — от 12 до 25 часов. Корм во время опыта давался личинкам в неограниченном количестве.

Полученные результаты (рис. 1) показывают, что живая хлорелла потребляется и усваивается в очень малых количествах. Наилучшим кормом для *Ch. anthracinus* оказался детрит из диатомов, распад которого продолжался 4 месяца. Несмотря на его низкую усвояемость, интенсивность усвоения была высокой за счет огромного рациона. Детрит из хлореллы потребляется

и усваивается в меньшем количестве, чем детрит из частухи. Бактериальный распад кладофоры ведет, видимо, к быстрой минерализации. По мере разложения детрита из кладофоры, несмотря на увеличивающееся его потребление, интенсивность усвоения личинками падает, и усвояемость снижается. Уже после дневного разложения кладофоры эти величины приближаются к величинам потребления и усвоения свежей кладофоры, усвояемость которой очень низка.

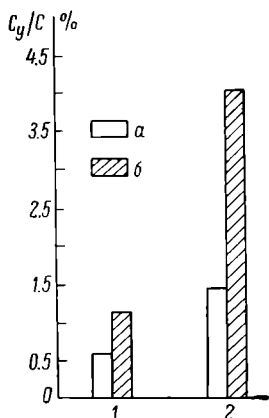


Рис. 2. Влияние способа питания на интенсивность усвоения детрита личинками *Ch. anthracinus*.

*a* — личинки, собирающие корм; *b* — личинки, собирающие и фильтрующие корм. 1 — растертая свежая кладофора; 2 — кладофора, подвергшаяся двухдневному бактериальному разложению.

На большую роль фильтрационного способа питания у *Ch. plumosus* указывали многие авторы (Walshe, 1947; Harnisch, 1954; Шилова, 1955). В более поздней работе Уолш (Walshe, 1951) подчеркивается, что из представителей рода *Chironomus* только *Ch. plumosus* имеет фильтрационное питание, остальные же виды заглатывают ил. Ионассон (Jonasson, Kristiansen, 1967), наблюдая характер поведения личинок, предположил, что *Ch. anthracinus* должны обладать способностью к фильтрации, как и личинки *Ch. plumosus*.

Наши опыты по выяснению способности *Ch. anthracinus* к фильтрации показали, что интенсивность питания личинок, ползающих по дну и собирающих осажденный на нем корм, ниже, чем у личинок, которые имеют домики и поэтому могут не только собирать корм, высовываясь из домика, но и отфильтровывать его (рис. 2). Индекс усвоения у личинок, фильтрующих и собирающих мелко растертую кладофору, не подвергшуюся бактериальному разложению, был в 2 раза выше, чем у личинок только собирающих. На бактериальном детрите в условиях фильтрационного питания индекс усвоения возрастал в 3 раза. Следовательно, фильтрационный способ питания у личинок *Ch. anthracinus*, так же как и у *Ch. plumosus*, играет значительную роль.

Однако личинки, способные отфильтровывать частицы детрита с находящимися на них бактериями, неспособны отфильтровывать дисперсно распределенных бактерий даже при их концентрации, во много раз превышающей вероятную концентрацию бактерий в придонном слое водоема.

Корм	Потребление, мкг/час. · экз.
Бактерии (гомогенные)	0
Бактерии (пленочки)	0.035
Хлорелла	0.125

Пленочки бактерий потребляются, но в малой степени. Водоросли (хлореллу) личинки способны отфильтровывать, но поедают их в небольшом количестве.

Итак, личинки *Ch. anthracinus* — детритофаги. Основной их корм — детрит в различной степени бактериального разложения. Способ питания комбинированный — собирание частичек у входа в домик и фильтрация.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Б о р о д и ч Н. Д. 1956. О питании личинок *Ch. f. l. plumosus* и о зимовке их в грунтах спущенных рыбоводных прудов. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ., 7.
- Г о р б у н о в К. В. 1946. Целлюлозные бактерии как звено в пищевой цепи пресных водоемов. Микробиология, 15, 2.
- К о н с т а н т и н о в А. С. 1958. Биология хирономид и их разведение. Тр. Саратовск. отд. ВНИОРХ, 5.
- К о н с т а н т и н о в А. С. 1959. Питание личинок хирономид и некоторые пути повышения кормности водоемов. Тр. VI совещ. по пробл. биол. внутр. вод. Изд. АН СССР. Л.
- М а р г о л и н а Г. Л. 1961. К вопросу о питании *Tendipes plumosus* в Рыбинском водохранилище. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, 4 (7).
- Р о д и н а А. Г. 1949. Роль бактерий в питании личинок тендипедид. ДАН СССР, 67, 6.
- С о к о л о в а Н. Ю. 1959. О фауне тендипедид Учинского водохранилища и ее сезонной динамике. Тр. VI совещ. по пробл. биол. внутр. вод. Изд. АН СССР. Л.
- С о р о к и н Ю. И. 1966. О применении радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей водных животных. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 12 (15).
- С о р о к и н Ю. И. и А. Н. М е ш к о в. 1958. Применение радиоактивного углерода для определения усвояемости протококковых водорослей мотылями *Tendipes plumosus*. ДАН СССР, 118, 1.
- Ш и л о в а А. И. 1955. О фильтрационном способе питания мотыля (*Diptera, Tendipedidae*). ДАН СССР, 105, 3.
- H a r n i s c h O. 1954. Beobachtungen über den Nahrungserwerb der Larva *Chironomus plumosus* L. im Grossen Plöner See. Arch. f. Hydrobiol., 48.
- J ò n a s s o n P. M., J. K r i s t i a n s e n. 1967. Primary and secondary production in lake Esrom. Growth of *Ch. anthracinus* in relation to seasonal cycles of phytoplankton and dissolved oxygen. Internat. Rev. gesam. Hydrobiol., 52, 2.
- W a l s h e B. M. 1947. Feeding mechanisms of *Chironomus* larvae. Nature, 160.
- W a l s h e B. M. 1951. The feeding habits of certain *Chironomid* larvae. Proc. Zool. Soc. London, 121.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

**ВЫЖИВАЕМОСТЬ КАРПОВ (*CYPRINUS CARPIO* L.)  
ПОСЛЕ ИММУНИЗАЦИИ**

Критерий специфичности иммунитета животных к инфекционным болезням — невосприимчивость к заражению их живым гомологичным штаммом бактерий. Опыты по вакцинации карпов против краснухи в аквариальных условиях, проведенные Г. Д. Гончаровым (1954), выявили способность у этих рыб приобретать иммунитет к инфекции. Подобные результаты были получены К. Ф. Сорвачевым с соавторами (1962) и нами (Микряков, 1964; Гончаров, Микряков, 1967). Продолжительность защитного действия у иммунизированных карпов против бактерий *Aeromonas punctata* сохраняется более 12 недель (Schäperclaus, 1967). В Плакеевском рыбопитомнике в 1966 г. не зарегистрирована краснуха у карпов после комплектования стада из числа переболевших и выздоровевших рыб (Попов, 1967). Форели, иммунизированные против того или иного заболевания, также приобретают специфическую устойчивость к инфекции (Duff, 1942; Krantz et. al., 1964; Saito et. al., 1964; Ross a. Klontz, 1965).

Б. Г. Аветикян (1958) и В. И. Тэц (1964), напротив, отрицают способность рыб приобретать иммунитет против того или иного заболевания. Учитывая противоречивость мнений по данному вопросу, мы поставили опыты, направленные на выявление специфического иммунитета у карпов к вирулентным бактериям с последующей проверкой на выживаемость при заражении их живым гомологичным штаммом. Нами было использовано 214 карпов-сеголетков (коэффициент упитанности  $2.1 \pm 0.09$ ): 65 опытных, иммунизированных вирулентным штаммом *Aeromonas punctata* (шт. 123), 59 контрольных, неиммунизированных, 50 контрольных, иммунизированных невирулентным штаммом бактерий *Aeromonas punctata* (шт. KB), 40 контрольных, иммунизированных индифферентной культурой бактерий *Bact. coli communis* (шт. 950). Предварительную иммунизацию рыб проводили за 40 дней до основного опыта — трехкратно с интервалом 5 дней в дозе по 150—220 млн бактериальных клеток. Рыбы содержались в аквариуме при температуре 16—18° на нормальном пищевом режиме (дождевые черви, картофель, пшено, рыбное мясо и тутовый шелкопряд). В аквариумах с помощью специальных приспособлений создавалась хорошая аэрация и проточность воды. На 35—38-й день выборочно проверялось содержание противотел в сыворотках крови контрольных и опытных рыб. Через 40 дней после последней инъекции антигена был поставлен основной опыт: иммунизированные и неиммунизированные карпы были заражены живой вирулентной культурой (см. таблицу).



Количество выживших и павших рыб после инъекции вирулентного штамма бактерий (*Aeromonas punctata*, шт. 123)

Категория рыб	Количество рыб в опыте	Титр антител	Выжило		Погибло	
			число	%	число	%
Опытные . . . . .	65	320—1280	53	82	12	18
Контрольные (неиммунизированные) . . . . .	59	10—40	6	10	53	90
Иммунизированные индифферентным штаммом (шт. 950) . . . . .	40	160—640	4	10	36	90
Иммунизированные родственным вирулентной культуре штаммом (шт. KB) . . . . .	50	320—1280	7	14	43	86

Из приведенной таблицы видно, что иммунизированные карпы приобретают специфическую устойчивость по отношению к гомологичному штамму бактерий. В трех контрольных вариантах опыта при заражении карпов вирулентным штаммом бактерий погибло 86—90% рыб, в то время как 82% опытных рыб выжило. Гибель рыб наступала от общей септицемии. У выживших особей признаков септицемии не наблюдалось, за исключением незначительного расстройства акта дефекации, которое быстро проходило. Массовая гибель рыб, неиммунизированных и иммунизированных индифферентным штаммом бактерий (шт. 950), наблюдалась на 2—3-и сутки, а иммунизированных родственным штаммом (шт. KB) вирулентной культуре бактерий — на 5—8-е сутки.

Результаты исследования показывают, что карпы способны приобретать специфический иммунитет против корпускулярного антигена.

## ЛИТЕРАТУРА

- Аветикян Б. Г. 1958. Об иммунологической реакции рыб. Тр. совещ. по физиол. рыб, 8.
- Гончаров Г. Д. 1951. К иммунизации рыб. ДАН СССР, 78, 3.
- Гончаров Г. Д., В. Р. Микряков. 1967. Иммунитет карпов при экспериментальной инфекции. Тезисы докл. на научно-метод. произв. совещ. по болезням рыб. ВАСХНИЛ, М.
- Микряков В. Р. 1964. Иммунологическая реактивность при краснухе рыб. Сб. работ Ленингр. ветер. инст., 26.
- Полов Б. Г. 1967. Инфекционные и инвазионные болезни рыб в водоемах Ставропольского края. Тезисы докл. на научно-метод. произв. совещ. по болезням рыб. ВАСХНИЛ, М.
- Сорвачев К. Ф., С. Ф. Задворочнов и Ф. А. Исаев. 1962. К вопросам иммунизации рыб. Биохимия, 27.
- Тэц В. И. 1964. Некоторые особенности иммунологической реактивности рыб. ДАН СССР, 159, 1.

- Duff D. 1942. Immunization of the trout per os against *Bacterium salmonicida*. J. immunol., 44, 1.
- Krantz G., S. Redcliffe, C. Heist. 1964. Immune response of trout to *Aeromonas salmonicida*. Part. I. Development of agglutinating antibodies and protective immunity. The Progressive Fish-Culturist, 26, 1.
- Roos A. S. and G. W. Klontz. 1965. Oral immunization of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) against an etiologic agent of «redmouth disease». J. Fisch. Res. Board. Canada, 22, 3.
- Saito J., M. Otsuru, T. Furukawa, K. Kauda and A. Sato. 1964. Studies on an infectious disease of rainbow-trouts. Acta med. et. biol., 11, 3.
- Schäperclaus W. 1967. Probleme der Karpfenimmunität gegenüber *Aeromonas punctata* und Fragen der antigenen Struktur des Bacteriums. Zeitschr., Fischer., 15, 1/2.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Б. А. Флеров, В. И. Романенко

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛИМИНАЦИИ КОРПУСКУЛЯРНОГО АНТИГЕНА У РЫБ

В иммунологических работах напойкилотермных животных мало внимания уделяется изучению судьбы антигена в организме, хотя такие исследования вносят существенный вклад в понимание различного рода явлений иммунитета. На рыбах проведено только два исследования по распределению в организме меченого  $C^{14}$  корпускулярного антигена (Лукьяненко, Сорокин, 1965; Гончаров и др., 1966). Было установлено, что антиген задерживался у рыб преимущественно в почках и селезенке. Радиоактивная метка обнаруживалась во всех внутренних органах даже спустя более 100 дней после инъекции. В связи с этими работами представляло интерес выяснить особенности и пути выведения меченого антигена из организма рыб. Кроме того, такая постановка опытов казалась важной и в другом отношении.

Как известно, существуют противоречивые мнения относительно реагирования организма рыб на антигенный раздражитель. Одни авторы (Аветикян, 1958; Тец, 1964) полагают, что рыбы выводят чужеродный белок путем экскреции, без образования антител. В тех же случаях, когда антитела обнаруживаются, авторы считают, что они не играют существенной роли в иммунологической защите. Другие (Гончаров, 1962; Hildemann, 1962; Ambrosius, Schäker, 1964; Микряков, 1964) придерживаются мнения, что рыбы имеют сформированный аппарат антителообразо-

вания, но его работа более зависит от температуры и пищевого режима, чем у теплокровных животных. Представляется, что исследование путей и скорости элиминации антигена должно содействовать решению этого спорного вопроса.

Элиминация антигена рассматривается как выведение продуктов распада чужеродного белка, поскольку в организме антиген подвергается гидролитическому расщеплению. Количественные закономерности выведения антигена из организма рыб и теплокровных животных совсем не изучены.

В настоящем исследовании иммунологическим раздражителем служила взвесь водородоксиляющих бактерий, меченных  $C^{14}$ , в условиях хемоавтотрофного роста на среде с повышенным содержанием  $NaHC^{14}O_3$ . Рыбам (*Carassius auratus* L.) производилась внутримышечная или внутрибрюшинная инъекция 0.3 мл суспензии с активностью под торцовым счетчиком Гейгера 890 000 имп./мин. После введения антигена подопытная рыба помещалась в экспериментальный аквариум — герметически закрывающийся резервуар, через который продувался очищенный от примеси углекислоты кислород. Ежедневно определялась величина выделяемого рыбой  $CO_2$ , его радиоактивность, а также исследовалась валовая радиоактивность среды, в которой находилась рыба.

Эксперименты проводились при температуре 19—21°, подопытные рыбы на протяжении этого времени не кормились. Получаемые данные выражались в микрограммах углерода антигена. Биомасса последнего определялась путем мокрого сжигания бактериальной суспензии хромовой смесью. Образующаяся углекислота улавливалась щелочью, и количество ее определялось путем обратного титрования при осаждении  $CO_2$  барием. В 0.3 мл антигена содержалось 263 мкг углерода. Отсюда определялось значение одного импульса радиоактивности (263 мкг : 890 000 = 0.0003 мкг С). Абсолютные значения выделяемого углерода антигена находились путем умножения регистрируемой радиоактивности на эту величину.

Было установлено, что углерод бактериальной суспензии, введенной внутримышечно в организм рыбы, после парентерального пищеварения выводится в виде двух основных продуктов обмена:  $CO_2$  и органических соединений, нами не идентифицированных. На рис. 1 представлена динамика выведения антигена на протяжении месяца (усредненные данные). Продукты распада обнаруживаются уже в первые сутки и достигают максимума на третьи. Пик выделения органических соединений наблюдается в первые сутки; однако впоследствии обнаружилось, что он вызван просачиванием антигена из места инъекции, т. е. по существу является артефактом.

Элиминация антигена в виде  $CO_2$  превосходит выделение его в виде органического вещества. В среднем отношение между ними

за месяц составляет 1.8 (см. таблицу). Интенсивность выделения антигена к концу месяца значительно сокращается и продукты

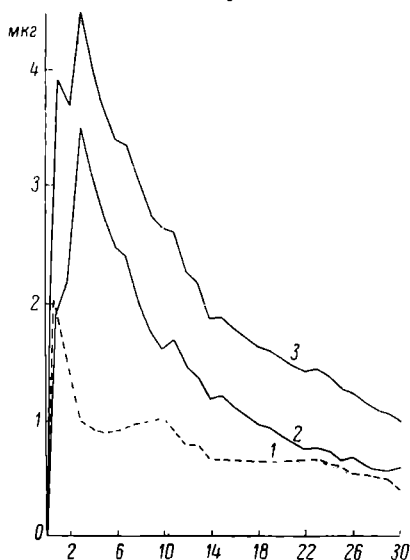


Рис. 1. Динамика выведения антигена из организма рыб.

По оси абсцисс — сутки; по оси ординат — выделенный углерод антигена на 100 г живого веса рыбы в течение суток (в мкг). 1 — элиминация антигена в виде органических соединений; 2 — элиминация антигена в виде  $\text{CO}_2$ ; 3 — суммарная элиминация антигена.

распада выводятся примерно в равных количествах как в виде углекислоты, так и в виде органических соединений. Всего за месяц элиминируется в среднем около 25% антигена от введенной величины. Индивидуальные колебания выделения продуктов распада бактериальной взвеси представлены в таблице.

Между общим количеством выдыхаемой рыбой углекислоты и выделяемым в виде  $\text{CO}_2$  антигеном не было выявлено определенной корреляции (рис. 2). Так, если у карася № 14 наблюдалась прямая зависимость между этими процессами и полученные кривые повторяли друг друга, то у рыбы № 1 она была обратной, а у карася № 5 — неопределенной. Для решения данного вопроса необходимо проведение дополнительных экспериментов.

Из приведенных в таблице результатов следует, что чужеродный белок в организме рыб быстро подвергается протеолитическому расщеплению. Наиболее интересным моментом представ-

#### Элиминация корнускулярного антигена

№№ рыб	Введенный антиген, мкг С	Выделено антигена на 100 г живого веса рыбы за месяц (мкг С) в виде:			$\frac{\text{CO}_2}{\text{органика}}$	Количество выделенного антигена, в %, от введенного
		$\text{CO}_2$	органики	всего		
1	267	41	29	70	1.4	28
3	267	60	33	93	1.8	35
5	267	55	26	81	2.1	30
8	267	19	20	39	0.9	14
13	262	50	23	73	2.2	28
14	251	29	14	43	2.1	17
Среднее: 263		42	24	66	1.8	25

ляется факт расщепления значительного количества антигена до конечных продуктов — углекислоты и воды. Для этого углеродные цепочки органических соединений антигена должны подвергнуться сложным процессам превращения и в конечном итоге пройти через цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Наблюдающемуся на третий день максимуму выделения  $\text{CO}_2$ , по-видимому, должен был предшествовать активный фагоцитоз, однако прямых исследований в этом плане не было проведено.

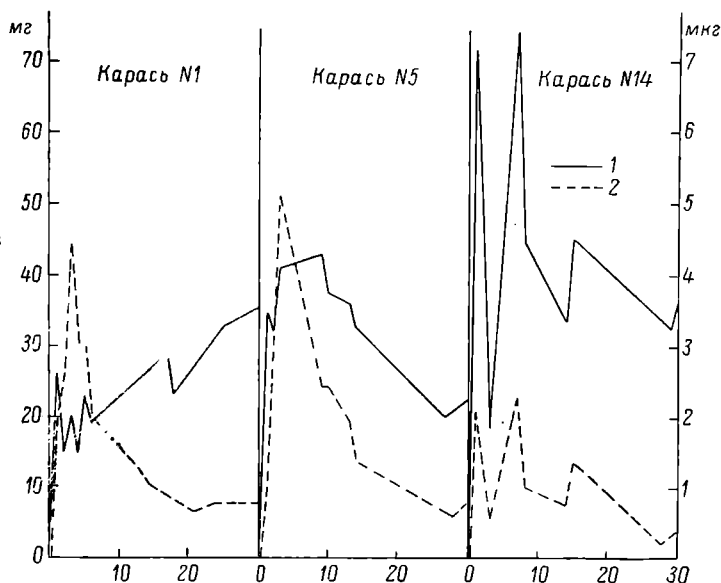


Рис. 2. Динамика выведения углерода антигена и углекислоты.

По оси абсцисс — сутки; по левой ординате — выделенный углерод  $\text{CO}_2$  на 100 г живого веса рыбы в течение суток (в мг); по правой ординате — выделенный углерод антигена на 100 г живого веса рыбы в виде  $\text{CO}_2$  (в мг). 1 — динамика выделения углерода  $\text{CO}_2$ ; 2 — динамика выделения углерода антигена в виде  $\text{CO}_2$ .

Вопрос о зависимости между количеством выделенных продуктов расщепления антигена и дыханием остается нерешенным. Для ответа требуется больший материал, позволяющий провести соответствующую статистическую обработку.

В течение месяца из организма рыбы выделяется около 25% антигена от введенного количества, а 75% остается в организме. Несомненно, что все эти процессы и количественные закономерности связаны с продукцией антител. Из проведенной работы следует, что элементы антигена, являющегося вначале чужеродным агентом, в дальнейшем вступают в организме рыб в энергетический и конструктивный обмен.

Настоящее сообщение следует рассматривать как предварительное, поскольку некоторые показатели будут в дальнейшем уточняться.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Аветякян Б. Г. 1958. Об иммунологической реакции у рыб. Тр. совещ. по физиол. рыб, 8. Изд. АН СССР, М.
- Гончаров Г. Д. 1962. Иммунологическая реактивность у рыб. Бюлл. инст. биол. водохр. АН СССР, 12.
- Гончаров Г. Д., В. И. Ромапенко, В. Р. Микряков. 1966. Изучение механизма иммунитета рыб при помощи  $C^{14}$ . ДАН СССР, 171, 5.
- Лукьяненко В. И., Ю. И. Сорокин. 1965. Скорость поступления и распределения антигена в тканях рыб (*Rutilus rutilus* L.). ДАН СССР, 161, 5.
- Микряков В. Р. 1964. Иммунологическая реактивность при краснухе рыб. Тр. Ленингр. ветер. инст., 26, 1.
- Тец В. И. 1964. Некоторые особенности иммунологической реактивности рыб. ДАН СССР, 159, 1.
- Ambrósius H., W. Schäker. 1964. Beiträge zur immunobiologie poikilothermer Wirbeltiere. 1. Immunologische Untersuchungen an Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). Zool. Jb. Physiol., 71, 1.
- Hildemann W. H. 1962. Immunogenetic studies of poikilothermic animals. Am. Natur., 96, 889.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Б. А. Вайнштейн

#### О СТАТИСТИЧЕСКОЙ ДОСТОВЕРНОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ УЧЕТОВ ПРЕСНОВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Количественные учеты широко применяются в гидро-биологических исследованиях. Однако далеко не всегда оценивается достоверность полученных величин численности и биомассы. Обычно даже в тех случаях, когда описывается методика взятия проб, статистической обработки материала не производится и с точки зрения статистики полученные данные никак не отвечают требованиям достоверности.

Чтобы правильно оценить свои исследования, будем рассматривать взятую серию проб как выборку из генеральной совокупности, которой является исследуемый водоем. Если распределение организмов в нем соответствует каким-то статистическим закономерностям, то правильно взятая выборка должна соответствовать тем же закономерностям.

Типичным распределением организмов в изомерном биоценозе является так называемое нормальное распределение, характеризующее формулой Гаусса—Лапласа

$$y = \frac{nk}{\sigma} \cdot \frac{e^{-\frac{x^2}{2}}}{\sqrt{2\pi}},$$

где  $x$  — число особей в пробе,  $y$  — число проб с численностью  $x$ ,  $n$  — общая численность группы,  $k$  — классовый промежуток,  $\sigma$  — среднее квадратическое отклонение,  $e$  — основание натуральных логарифмов.

Если полученная нами выборка соответствует указанной кривой нормального распределения, то можно быть уверенным, что мы имеем дело с нормальным распределением, позволяющим с достаточной степенью достоверности вычислять обилие по формуле

$$M = \frac{n}{N},$$

где  $M$  — обилие,  $n$  — общая численность группы,  $N$  — число взятых проб.

Соответствие или несоответствие нашей выборки нормальному распределению хорошо оценивается критерием  $\chi^2$ -квadrat, сущность которого становится ясной при рассмотрении формулы

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_i - f'_i)^2}{f'_i},$$

где  $\chi^2$  — искомый критерий  $\chi^2$ -квadrat,  $f_i$  — наблюдаемые частоты классов,  $f'_i$  — частоты классов, вычисленные по формуле Гаусса—Лапласа.

Вычисленный критерий сравнивается по имеющимся таблицам с предельными величинами, допустимыми в избранном интервале точности.

Оценка достоверности различий между эмпирической и теоретической кривыми, если численность сравниваемых распределений не меньше нескольких десятков, может быть произведена и с помощью критерия  $\lambda$ .

$$\lambda = \frac{|d|}{\sqrt{N}} = \frac{|\sum F_i - \sum F'_i|_{\max}}{\sqrt{N}},$$

где  $|d|$  — максимальная разность накопленных частот наблюдаемого и теоретического распределения для одного и того же класса, взятая без знака,  $F_i$  — наблюдаемые накопленные частоты,  $F'_i$  — вычисленные накопленные частоты. Критерий  $\lambda$  постоянен. Для трех степеней достоверности 0.95, 0.99 и 0.999 он равен соответственно 1.36, 1.63 и 1.95.

Если нужно вычислить допустимые интервалы с заранее намеченной точностью, то применяется метод Госсета, основанный на так называемом распределении Стюдента

$$M_{\text{н}} = M \pm t_p \cdot m,$$

где  $M_{\text{н}}$  — искомые интервалы средней,  $M$  — средняя численность (обилие).  $t_p$  — критерий ( $t$ ), находимый по таблицам при заранее

намеченной точности  $P$ ,  $m$  — стандартное отклонение, вычисляемое по формуле  $m = \frac{s}{\sqrt{N}}$ .

Для характеристики сообществ важнейшее значение имеют две величины — обилие и встречаемость. Обилие — среднее число особей на единицу площади или объема. Встречаемость — доля проб, содержащих данный вид. Встречаемость и обилие в равной степени зависят от величины избранной учетной площадки или объема. Оба эти показателя растут с увеличением проб. Однако все виды сообщества распределяются по классам встречаемости по двувершинной кривой (по Дю-Ри, цит. по:

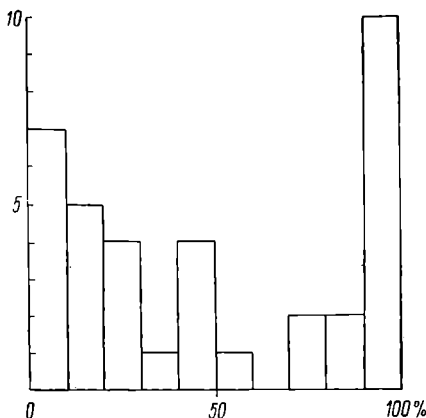


Рис. 1. Распределение видов по классам встречаемости (по Дю-Ри, цит. по: Беклемишев, 1931).

По оси ординат — число видов; по оси абсцисс — встречаемость (в %).

Беклемишев, 1931), а именно: много видов встречается во всех или почти во всех пробах, много — в нескольких пробах и лишь немногие виды — примерно в половине проб (рис. 1). Такое распределение может служить показателем того, что размер пробы подобран удачно. Если большинство видов встречается во всех пробах, то размеры учетной пробы чрезмерно велики. В том случае, если встречаемость большинства видов низка, то проба слишком мала. В гидробиологической практике последний случай — обычное явление, в чем можно убедиться (см. ниже) на примере распределения видов по классам встречаемости в бентосе Рыбинского водохранилища (август—сентябрь 1958 г.):<sup>1</sup>

Встречаемость, %	Число видов, %
1—5	52.34
1—25	86.67
26—50	8.33
51—75	5.00
76—100	0.00

<sup>1</sup> В приведенных данных и в таблице (стр. 51) нами использованы материалы Лаборатории зоопланктона и зообентоса Института биологии внутренних вод АН СССР.



Рассмотрим, как отражается на точности исследования обилие организмов, величина и число учетных проб. На рис. 2 изображены кривые с разной величиной обилия ( $M$ ) при одинаковом числе проб ( $N$ ). На рис. 3 показана зависимость среднего квадратичного отклонения ( $\sigma$ ) и относительной ошибки ( $K$ ) от обилия видов.

$$K = \frac{m}{M} \cdot 100.$$

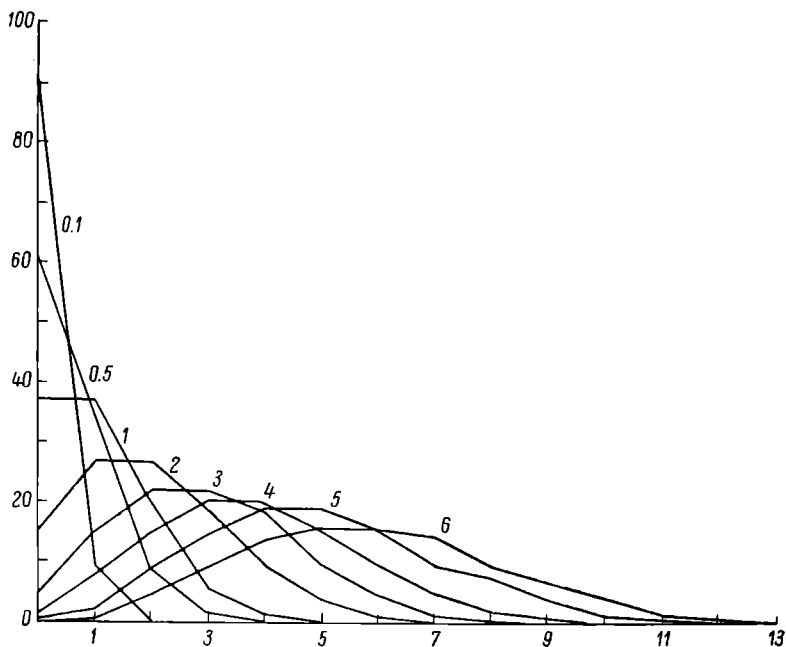


Рис. 2. Зависимость распределения численности видов от их обилия.

По оси ординат — число случаев (в %); по оси абсцисс — число особей в пробе.  
Цифры на кривых — средняя численность (обилие).

Из рис. 3 видно, что величина  $\sigma$  растет медленнее, чем величина  $M$ , вследствие чего значение  $K$  постепенно падает. Поэтому одним из способов увеличения точности исследования может быть увеличение объема каждой пробы. К сожалению, технические возможности ограничивают использование этого метода при изучении бентоса. Но планктонную пробу можно взять любого размера, так как она зависит только от объема профильтрованной воды.

Разумеется, увеличение объема проб нежелательно производить за счет уменьшения их числа, так как величина относительной

ошибки обратно пропорциональна не только обилию, но и корню квадратному от числа взятых проб

$$K = \frac{m}{M} = \frac{\sigma}{M \sqrt{N}} = \frac{\sqrt{M}}{M \sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{MN}} = \frac{1}{\sqrt{n}}.$$

Иными словами, ошибка уменьшается пропорционально корню квадратному из общего числа собранных организмов. С точки зрения статистики не имеет значения, происходит ли это увели-

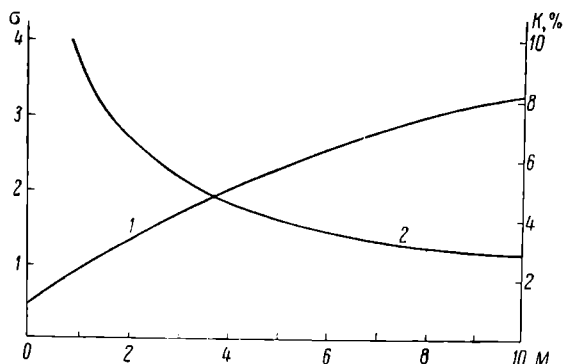


Рис. 3. Зависимость  $\sigma$  (1) и  $K$  (2) от обилия видов.

По оси ординат слева — среднее квадратическое отклонение, справа — относительная ошибка; по оси абсцисс — средняя численность ( $M$ ) видов.

чение за счет размера проб или за счет их числа. Но сказанное оказывается справедливым только для строго нормального распределения, в котором  $\sigma^2=M$ . Чтобы достичь такого равенства, приходится в первую очередь увеличивать число проб, от которого зависит  $\sigma$ . Как показали наши эксперименты, увеличение числа проб выгоднее сказывается на величине относительной ошибки, чем увеличение их размера.

До сих пор мы говорили о нормальном распределении. Однако обычно наши выборки далеко не соответствуют этому распределению.

Рассмотрим причины отклонения распределения от нормального и возможности нейтрализовать эти отклонения. Мерой вариации распределения служит коэффициент вариации

$$C = \frac{s}{M}$$

или (по Беклемишеву, 1931) «относительная квадратическая средняя флюктуация»

$$\delta^2 = \frac{\sigma^2}{M^2}.$$

В нормальном распределении  $\sigma^2 = M$ , поэтому

$$\delta^2 = \frac{1}{M}.$$

Степень отклонения распределения от нормального Сведберг (Svedberg, 1922) предлагает оценивать по отношению  $\delta^2$ , найденной в эксперименте, к  $\delta^2$ , вычисленной по формуле

$$D = \frac{\delta_{\text{найд.}}^2}{\delta_{\text{выч.}}^2} = \frac{\sigma^2}{M^2} \cdot \frac{1}{M} = \frac{\sigma^2}{M}.$$

Последнее отношение ( $D = \frac{\sigma^2}{M}$ ) и есть показатель дисперсии, или агрегации. Если  $D > 1$ , то распределение сверхнормальное, или агрегированное; если  $D < 1$ , то оно недонормальное, или равномерное; если  $D = 1$ , то распределение нормальное.

В последних двух случаях вычислению достоверного  $M$  ничто не препятствует. В случае же агрегированного распределения формула  $M = \frac{n}{N}$  для вычисления среднего обилия не применима.

Агрегация живых организмов вызывается экологической неоднородностью среды и стадностью.

Неоднородность среды может быть разной. Во-первых, она может представлять собой несколько различных биотопов, как, например, это обнаруживается при вычислении средней численности и биомассы бентоса Рыбинского водохранилища. Этот водоем не представляет единого биотопа, а состоит, очевидно, из нескольких, в чем легко убедиться, рассматривая карту грунтов водохранилища (Курдин, 1959). Объединяя в одну совокупность пробы, взятые в разных местах водохранилища, мы искусственно создаем заведомо агрегированное распределение, не позволяющее правильно оценить численность организмов водоема. Для устранения подобной ошибки необходимо проводить учеты отдельно по каждому биотопу.

Второй источник возникновения агрегации организмов объясняется мозаичностью строения биоценозов. В этом случае отдельные разнородные участки более или менее равномерно чередуются друг с другом, образуя в общей совокупности единый биоценоз. Примером такого мозаичного распределения может служить энтомофауна смешанного леса, где «пятна» листо- и хвоегрызущих насекомых нормально чередуются друг с другом. Для оценки численности в агрегированных распределениях подобного рода можно предложить два способа.

**Первый способ.** Если пятна мозаики малы (например, кочки), то следует брать учетные пробы размером больше пятна. Вообще для получения нормального распределения какого-либо организма учетная проба по размерам должна быть примерно равной микроареалу этого организма, т. е. той минимальной площадке, на которой особь этого вида может в данный момент существовать. Так, если изучаемый вид живет на камнях или под ними, то размеры учетной площадки должны соответствовать расстоянию между камнями. В случае если эта площадка значительно меньше, мы получаем заведомо агрегированное распределение: на одних площадках, попавших между камнями, и таких будет большинство, не окажется ни одной особи, на других, покрывших камень, численность будет очень высокой.

Этот способ (увеличение объема пробы) применим при изучении планктона. Если планктонные организмы объединяются в стаи и «пятна», то внутри биоценоза эти пятна и стаи располагаются по законам нормального распределения. При любой неравномерности распределения с увеличением размера пробы коэффициент агрегации падает и распределение из агрегированного становится нормальным, а затем равномерным. Необходимый для этого размер пробы определяется экспериментально. После того как объем пробы, соответствующий равномерному распределению ( $D < 1$ ), найден, для учета численности нет надобности производить сплошной пересчет вылавливаемых организмов. Для этого из большой первичной пробы отбираются несколько малых вторичных. При правильном перемешивании первичной пробы величины, полученные во вторичных пробах, составляют нормальное распределение, что позволяет легко вычислять обилие.

**Второй способ.** Если пятна мозаики столь велики, что включить целое пятно в одну площадку невозможно, изучение следует проводить в два этапа: учесть число пятен и долю общей площади, занимаемой пятнами каждого типа, и затем (или перед тем) учесть численность организмов на каждом типе пятен. Если, например, речь идет о численности клещей на кочковатом болоте, то желательно найти обилие для кочек и для углублений между ними, затем учесть удельную площадь кочек и, наконец, вычислить общую или среднюю численность клещей во всем биоценозе.

Этот способ можно использовать и для учета численности стайных животных, например, босмин, *Polyphemus* и др. На больших площадках учитывается среднее количество и размер стай на единицу площади, а на малых — численность животных в стаях и между ними.

Следует также иметь в виду, что структура биоценоза может быть очень сложной. Он может распадаться на крупные пятна, каждое из которых (или некоторые) может состоять из пятен второго порядка, эти последние из пятен третьего порядка и т. д. Однако в пресноводных водоемах сложность сообществ, очевидно,

не очень велика. При этом структура бентоса более сложная, чем структура планктона, которая, по-видимому, определяется распределением водных масс разного происхождения.

Если не представляется возможности разбить исследуемое сообщество на части, а распределение в нем агрегированное, можно воспользоваться новым методом, предложенным Ллойдом (Lloyd, 1966, цит. по: MacArthur a. Connell, 1966). Для оценки средней численности организмов в агрегированном распределении Ллойд ввел новый термин «средняя агрегационная» и для ее вычисления вывел формулу

$$M_A = M \pm \left( \frac{\sigma^2}{M} - 1 \right),$$

где  $M$  — средняя агрегационная.

Не останавливаясь на выводе этой формулы, рассмотрим ее статистический смысл. При нормальном распределении средняя агрегационная равна средней численности. При сверхнормальном (агрегированном) распределении размер средней агрегационной возрастает тем сильнее, чем больше дисперсия распределения. Это отличает поправку средней агрегационной от стандартного отклонения, пригодного только для нормального распределения. Пример подобного рода приведен в таблице.

Оценка численности бентоса в эстуарии р. Ковжы  
(50 проб, 1966 г.)

Вид	$M \pm m$	$M_A$	$D$
<i>Pisidium henslavanum</i> . . . . .	$13.0 \pm 1.6$	$13.0 \pm 8.9$	9.9
<i>Tubificidae</i> . . . . .	$7.2 \pm 1.0$	$7.2 \pm 5.8$	6.8
<i>Procladius</i> . . . . .	$1.6 \pm 0.2$	$1.6 \pm 0.8$	1.8
<i>Sphaerium solidum</i> . . . . .	$1.2 \pm 0.2$	$1.2 \pm 0.4$	1.4
<i>Chironomus plumosus</i> . . . . .	$0.6 \pm 0.1$	$0.6 \pm 1.0$	2.0
<i>Pisidium amnicum</i> . . . . .	$0.4 \pm 0.1$	$0.4 \pm 0.2$	1.2
<i>Cryptochironomus</i> . . . . .	$0.1 \pm 0.1$	—	0.7

В случае недонормального (равномерного) распределения необходимость в применении средней агрегационной отпадает.

При низкой встречаемости и при малых значениях обилия (менее 1.0) кривые, отражающие распределение численности, можно рассматривать как кривые распределения Пуассона (биномиальные кривые)

$$y = (p + q)^x,$$

$$p + q = 1,$$

где  $p$  — вероятность  $x$ .

Нормальная кривая является одним из частных случаев биномиального распределения, когда  $p=q$ .

Строго говоря, распределение численности организмов в изомерном биоценозе должно быть нормальным, так как каждый организм с равной вероятностью может находиться в любой точке биоценоза. Но при малом обилии величины численности в отдельных пробах соответствуют распределению, в котором  $p \neq q$  и особи встречаются не во всех пробах. Тогда, очевидно,  $p$ , если оно меньше единицы, должно равняться обилию, а  $q=1-p$ . При этом достоверное вычисление средней арифметической численности возможно лишь при достаточно большом числе проб, когда  $q-p$  окажется достаточно малым по сравнению с  $\sqrt{Npq}$ . В этих условиях достигается равенство  $\sigma^2=M$  и мерой близости экспериментальных данных теоретически опять будет служить  $D = \frac{\sigma^2}{M}$ . Иными словами, при любом биномиальном (пуассоновском) распределении, даже при сверхнормальном рассеянии, но при низком обилии, достаточно большое число проб, позволяющее достичь величины  $D=1$ , дает возможность вычислять среднюю арифметическую с должной достоверностью.

Итак, приступая к оценке численности населения какого-либо водоема, мы должны предвидеть неравномерность распределения этого населения. Такая неравномерность может вызываться, во-первых, тем, что водоем представляет собой не один, а несколько сообществ, каждое из которых должно изучаться самостоятельно. Во-вторых, сообщества обычно образуют не изомерную, а мозаичную структуру и если нельзя подобрать пробу, превышающую по размерам отдельные пятна мозаики, то состав населения должен учитываться в разных пятнах отдельно. В-третьих, различные виды приурочены к пятнам ассоциации разного ранга, поэтому подобрать размер пробы, дающий нормальное распределение всех видов бентоса, не всегда удастся. При изучении численности планктона всегда есть возможность подобрать пробу столь большого размера, что распределение окажется недонормальным. В этом случае можно ограничиться небольшим числом проб и заменить полный пересчет организмов пересчетом нескольких малых вторичных проб, взятых при тщательном перемешивании из первичной пробы.

Особи каждого вида распределяются в биоценозе более или менее агрегированно. Однако это не означает, как считают, например, Н. М. Чернова и М. Н. Чугунова (1967) и многие другие авторы, что степень агрегации зависит только от особенностей вида и условий биотопа. Показатель агрегации является функцией величины учетной пробы, и поэтому, изучая биологию того или иного вида, следует подбирать для его учета площадку соответствующих размеров. При учете численности всего населения размер и число проб должны быть такими, чтобы мы «для достаточного

большинства населения констатировали бы в пределах этого сообщества пространственное распределение с нормальной или ненормальной дисперсией» (Беклемишев, 1931, стр. 314—315). Иногда бывает достаточно, если этим условиям соответствует лишь большинство основных видов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Беклемишев В. Н. 1931. Основные понятия биоценологии в приложении к животным компонентам наземных сообществ. Тр. по защите растений, 1, 2.
- Курдин В. П. 1959. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, 1 (4).
- Чернова Н. М. и М. Н. Чугунова. 1967. Анализ пространственного распределения почвообитающих микроартропод в пределах одной растительной ассоциации. *Pedobiologia*, 7, 1.
- MacArthur R. H., H. J. Connell. 1966. *The biology of populations*. Wiley & Sons, New York.
- Swedberg Th. 1922. Ett bidrag till de statistiska metodernas användning inom växtbiologien. *Svensk. Bot. Tidskrift*, 16, 1.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. И. Романенко и Б. А. Флеров

#### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛИМИНАЦИИ АНТИГЕНА У РЫБ

Исследование путей и скорости выведения антигена из организма представляет существенный интерес для понимания его роли в иммунологической защите. Между тем в литературе до настоящего времени нет описания методики количественного анализа продуктов расщепления чужеродного белка, выделяемых из организма животных. Такая методика, основанная на использовании  $C^{14}$ , применительно для рыб описывается в настоящем сообщении.

**Приготовление антигена, меченного  $C^{14}$ .** В качестве антигена использовалась взвесь автотрофных аэробных водородокисляющих бактерий. Чистая культура этих микроорганизмов была выбрана благодаря легкому мечению ее  $C^{14}$  в условиях автотрофного роста на среде с радиоактивным углеродом в составе карбоната. Эта культура была выделена из иловых отложений Рыбинского водохранилища.

Преимущество такого способа получения меченого антигена состоит в том, что при очистке бактериальной биомассы от радио-

активного углерода достаточно подкислить суспензию бактерий соляной кислотой ( $\text{pH}=4$ ), как она полностью освобождается от остатков вносимого в среду радиоактивного карбоната.

Перед мечением культура бактерий активизировалась путем многократных пересевов на питательную среду. Поскольку количество вводимого рыбе антигена не превышало 0.3 мл, желательно было получить бактериальную взвесь с высокой удельной радиоактивностью. Для этого водородоокисляющие бактерии выращивались на несколько видоизмененной среде Руланда, в которой уменьшалось содержание карбонатов при сохранении прежних концентраций всех остальных солей. Бактерии развивались при температуре  $28^\circ$  в трехлитровой бутылке, наполненной на  $\frac{1}{3}$  средой и на  $\frac{2}{3}$  смесью водорода с воздухом. Предварительно в среду был внесен стерильный изотоп  $\text{NaHC}^{14}\text{O}_3$  в количестве 10 мл с удельной радиоактивностью под счетчиком  $5 \cdot 10^7$  имп./мин. на 1 л, что соответствовало  $7.5 \cdot 10^6$  имп./мин. на 1 мг углерода карбонатов, находящихся в растворе.

После того как в бутылке накапливалась достаточная биомасса бактерий, содержимое слегка подщелачивалось ( $\text{pH}=8.3$ ) и переносилось в высокий стеклянный цилиндр. Туда же добавлялось несколько миллилитров сернокислого алюминия, в результате чего бактерии осаждались его гидроокисью. Через сутки прозрачный слой среды удалялся сифоном, а гидроокись алюминия растворялась 10-процентной соляной кислотой. В это же время происходило и удаление радиоактивного карбоната.

Бактериальная суспензия несколько раз тщательно промывалась физиологическим раствором и центрифугировалась. Полученный антиген в виде бактериальных клеток обладал активностью под торцовым счетчиком Гейгера 890 000 имп./мин. в 0.3 мл взвеси.

**Экспериментальная установка.** После введения антигена подопытная рыба помещалась в специальный герметически закрывающийся аквариум (рис. 1), который ставился в аквариум большого размера с вмонтированным в него ультра-термостатом (3), обеспечивающим стабильную температуру проведения эксперимента. Из баллона (7) в аквариум подавался кислород, который предварительно очищался от примесей  $\text{CO}_2$  в поглотителе (6), наполненном насыщенной щелочью. Выделяемый рыбой углекислый газ улавливался 1 н. раствором щелочи во втором поглотителе (1).

В первоначальных опытах аквариум с подопытной рыбой заполнялся подкисленной дистиллированной водой ( $\text{pH}=5-6$ ), что позволяло почти полностью вытеснять выдыхаемую рыбой углекислоту и проводить более точный количественный анализ выделенного суммарного радиоактивного углерода.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Опыт можно проводить также в среде с нейтральным или даже щелочным  $\text{pH}$ , подкисляя среду лишь за час до его снятия.



Однако такая среда для рыб оказалась неблагоприятной: рыбы отвечали сильным выделением слизи, а некоторые слабоустойчивые из них даже погибали. Поэтому в последующих экспериментах для создания естественного осмотического давления в подкисленную дистиллированную воду добавлялся NaCl до концентрации 0.03%. В этих условиях патологические явления у рыб не обнаруживались.

Постановка эксперимента и проведение анализа. Подопытная рыба после введения 0.3 мл антигена

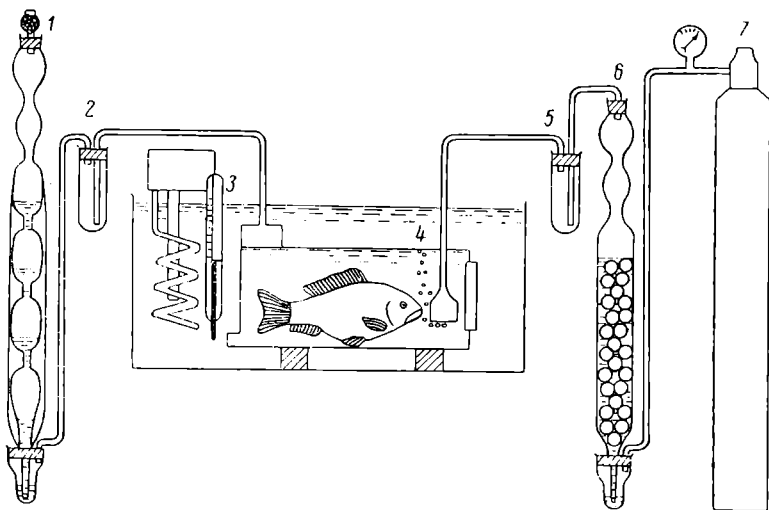


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

1 и 6 — поглотители углекислоты; 2 и 5 — предохраняющие устройства; 3 — большой аквариум с ультраатермостатом; 4 — экспериментальный аквариум с распылителем кислорода; 7 — кислородный баллон.

помещалась в экспериментальный аквариум на несколько дней. Через каждые сутки определялось количество выдыхаемой рыбой углекислоты, содержание в ней радиоактивного углерода, выделенного в воду органического вещества и его радиоактивность. Затем в опытах делался перерыв, в течение которого рыба находилась в другом аквариуме, а через несколько дней эксперимент возобновлялся.

Анализы выполнялись следующим образом. Поглотитель (1) перекрывался от системы зажимом и щелочь (NaOH) смывалась горячей дистиллированной водой в мерную колбу объемом 50 мл. Содержание углекислоты в колбе определялось путем титрования 10 мл раствора 0.1 н. HCl при избытке BaCl<sub>2</sub> с фенолфталеином. Расчет углекислоты, поглощенной щелочью, производился по разности между результатами холостого (эксперимент без рыбы) и

опытного титрования. Один миллилитр 0.1 н. HCl, пошедший на титрование, соответствует 0.6 мг C/CO<sub>2</sub>. Радиоактивность углекислоты определялась под счетчиком Гейгера после осаждения барием. Радиоактивность органических веществ раствора, в котором находилась рыба, определялась после упаривания 100 мл его в колбе объемом 3—5 мл с последующим выпариванием досуха на специальной металлической подложке в углублении диаметром 20 мм и глубиной 3 мм. Образовавшийся осадок просчитывался под счетчиком. Параллельно проводился анализ радиоактивности взвешенных частиц среды, отфильтрованных на мембранный фильтр.

Для получения абсолютных величин выделяемого рыбой углерода антигена биомасса последнего определялась путем мокрого сжигания хромовой смесью 0.3 мл бактериальной суспензии с последующим улавливанием образовавшейся углекислоты. Было установлено, что 0.3 мл антигена содержат 281 мкг углерода. Исходя из содержания углерода и радиоактивности антигена определялось значение одного импульса радиоактивности. В нашем случае радиоактивность 281 мкгС была равна под счетчиком 890 000 имп./мин. Отсюда 1 имп./мин. радиоактивности соответствовал  $281:890\,000=0.00032$  мкгС. Путем умножения величины радиоактивности выделенного антигена на этот коэффициент было получено абсолютное значение выделенного углерода антигена.

В качестве примера приводим результаты анализа одного из опытов, проведенного на золотом карасе в течение полутора ме-

#### Интенсивность дыхания и выделения антигена у карася за сутки

Дата	Дыхание, мг C/CO <sub>2</sub> на 100 г живого веса	Выделено антигена в виде CO <sub>2</sub> , мкг С/100 г живого веса	Выделено антигена в виде органического вещества (мкг С/100 г живого веса) при:	
			фильтровании	выпаривании
21 VI	22.5	3.80	1.48	2.51
22 VI	22.5	3.06	0.31	1.07
23 VI	24.0	5.42	0.50	0.88
30 VI	21.0	2.04	0.44	1.47
1 VII	28.5	3.00	0.16	—
2 VII	19.5	2.15	0.44	0.39
12 VII	12.0	0.41	1.54	1.37
13 VII	13.5	0.73	1.05	1.49
14 VII	16.5	0.90	0.77	1.31
1 VIII	—	—	0.84	0.33
2 VIII	6.7	0.23	0.43	0.29
3 VIII	8.4	0.21	0.21	0.22
4 VIII	2.7	следы	0.22	0.24

Примечание. Рыбе внутримышечно введено 0.3 мл антигена, что соответствует 281 мкг С органического вещества.

сяцев. Как следует из таблицы, абсолютные величины элиминации органического вещества, полученные с помощью выпаривания, несколько выше, чем при фильтровании. Это обусловлено, по-видимому, тем, что при фильтровании некоторое количество органического вещества проходит через фильтр. Поэтому в дальнейших опытах для анализа был принят метод выпаривания.

На рис. 2 представлена динамика элиминации антигена из организма караса на протяжении одного месяца. Из общей суммы выделенного за это время антигена около 70% составляет углекислота и только 30% органическое вещество. Лишь к концу месяца соотношение углерода антигена, выделенного в виде  $\text{CO}_2$  и в виде органических соединений, становится соизмеримым. Всего за месяц выделилось около 30% введенного в рыбу антигена.

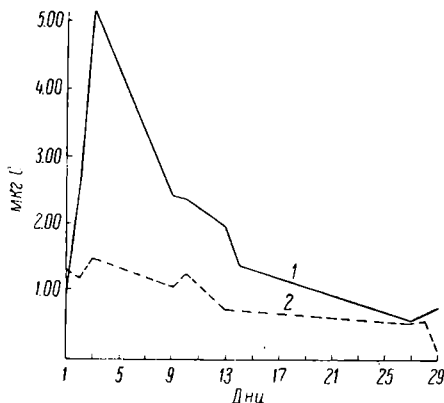


Рис. 2. Динамика выведения антигена из организма рыбы.

1 — динамика выведения углерода антигена в виде  $\text{CO}_2$ ; 2 — динамика выведения углерода антигена в виде органического вещества.

Разработанная нами методика изучения элиминации антигена у рыб, разумеется, пригодна также при исследовании выведения антигена у других гидробионтов. Нам представляется, что при некотором изменении экспериментальной установки ее можно будет применять и для изучения подобных процессов у наземных животных. Кроме того, такая методика позволяет исследовать углеродный обмен и некоторые вопросы питания животных.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

В. В. Г у р в и ч

## МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ МИКРО- И МЕЗОБЕНТОСА

Состав микрофауны дна водоемов начал изучаться очень давно — почти со времени изобретения микроскопа. Ныне накоплен обширный материал по систематике и значительно меньший по экологии отдельных групп и видов микро- и мезобен-

тоса. Однако количественных данных, позволяющих судить об интенсивности процессов, протекающих в результате жизнедеятельности микро- и мезобентических организмов, в литературе очень немного. Почти отсутствуют сведения о продуктивности микробентических организмов. Это в значительной степени объясняется слабо разработанной методикой указанных исследований и большой трудоемкостью работ, связанных с количественным учетом микрофауны.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ МИКРО- И МЕЗОБЕНТОС

В настоящее время в литературе, несмотря на общее признание важности изучения микро- и мезобентоса, нет четкого общепринятого определения этих понятий. Так, С. Н. Уломский (1957) предлагает подразумевать под микробентосом все микроскопическое население дна, свободно проходящее при промывке грунтов через ячею мельничного газа № 5 (26). Организмы, ясно видимые невооруженным глазом и задерживающиеся в сите с ячейей 4 мм<sup>2</sup>, он рекомендует называть макробентосом, а формы промежуточного размера, для выборки которых из пробы нередко требуется применение бинокля — мезобентосом. В этом случае все мельчайшие организмы дна, проходящие через мельничный газ № 25 (77), будут называться наннобентосом. В этой же работе С. Н. Уломский отмечает, что временные обитатели иловых отложений — *Mesocyclops oithonoides*, *M. leuckarti* — и многие другие виды циклопов также должны быть отнесены к мезобентосу (факультативный мезобентос) на те сроки, когда, покинув один биотоп (толщу воды), они перемещаются в другой (пелоген). На определенную искусственность и механистичность такого подхода уже указывалось в литературе. Я. Я. Цеев (1958, стр. 4) считает, что «из всего состава пресноводной фауны бентоса к микробентосу следует отнести жгутиковых, инфузорий, корненожек, коловраток, нематод; к мезобентосу — турбеллярий, тардиград, остракод, бентических копепод, кладоцер и кумацей». В. А. Бронская (1951, стр. 179) пишет: «Мы понимаем под микробентосом весь комплекс мелких организмов, населяющих капиллярные пространства между частицами грунта (интерстициальная фауна), а также относим сюда мелкие формы, обитающие на поверхности грунта, и мелкие роющиеся в грунте организмы, хотя провести резкую границу между двумя последними группировками и макрофауной, обитающей в тех же условиях, не представляется возможным». Недостатком этого определения, на наш взгляд, является расплывчатость понятия «мелкие организмы» и отсутствие указания, какие группы животных входят в состав микробентоса. Однако мы берем его за основу, несколько расширив и конкретизировав.

К микробентосу относятся простейшие, круглые черви, коловратки и ряд видов турбеллярий. Величина микробентических животных, как правило, меньше 0.5 мм, в отдельных случаях она достигает 1.0—1.2 мм.

В состав мезобентоса входят ряд видов турбеллярий, олигохет, ракушковые рачки, водяные клещи, личинки II—IV стадии развития крупных и мелких личинок хирономид, тихоходки. Многие организмы только на первых стадиях своего развития входят в состав мезобентоса, являясь временными его компонентами: по мере роста они «переходят» в макробентос (макробентические олигохеты и хирономиды). Некоторые бентические ракообразные, главным образом циклопы, большую часть своей жизни проводят на дне водоемов, поднимаясь в определенные сезоны года в толщу воды. Такие виды также должны быть отнесены к мезобентосу на те сроки, когда они обитают на дне водоема. Это не противоречит установившемуся широкому понятию бентоса (Уломский, 1957). Размеры мезобентических животных от 0.5 до 2—3 мм. Ряд форм микро- и мезобентоса (многие инфузории, большинство рачков и др.) то ползают по грунту, то на короткое время всплывают над ним. Вследствие наличия таких организмов, использующих пограничную зону вода—дно, при изучении микро- и мезобентоса очень важно исследовать не только грунт, но и сантиметровый слой воды, находящийся непосредственно над ним.

Микро-, мезо- и макробентос тесно взаимосвязаны и являются частями единого донного ценоза (Цееб, 1958; Гурвич и Полищук, 1965, и др.), но специфика их изучения (различные приборы для сбора проб, изучение отдельных групп микробентических животных только на живом материале, большая трудоемкость изучения микробентоса) заставляет исследовать микро-, мезо- и макробентос отдельно.

Целесообразность такой классификации бентоса подтверждается тем, что: 1) на одном и том же биотопе число видов микробентических животных всегда значительно больше, чем мезобентических; 2) на одном и том же биотопе численность микробентических животных во много раз больше численности мезобентических (исключение составляют чистые перемытые речные пески, на которых в массе развиваются реофильные олигохеты), по величине же биомассы всегда преобладают мезобентические организмы; 3) индивидуальные размеры и вес микробентических организмов, естественно, много меньше, чем мезобентических.

Кроме того, наблюдается известная закономерность: в состав микробентоса входят организмы менее высокоорганизованные по сравнению с мезобентическими и занимающие низшие ветви филогенетического дерева.

При биоценологических исследованиях, кроме выявления биоценозов и установления различных показателей (состав, числен-

ность, величина биомассы, площадь и т. д.), очень важно выделять эпифауну — население поверхности грунта, и инфауну — население толщи грунта. Как переходную группу организмов между планктоном и бентосом следует рассматривать нектобентос, бентопланктон и т. п. Это необходимо для установления экологии различных видов и с практической точки зрения — пищевой ценности различных организмов (доступность для рыб и т. п.).

#### ПРИБОРЫ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ МИКРОБЕНТОСА

В Институте гидробиологии АН УССР для количественного изучения микро- и мезобентоса используются различные приборы.

Микробентометр Гурвича—Цееба (Гурвич и Цееб, 1958) предназначен для извлечения монолитов грунта и слоя придонной воды над ним со дна различных водоемов (прудов, озер, водохранилищ и рек). Его достоинство заключается в том, что им можно брать пробы на грунтах различного типа (за исключением каменистых и чистого песка). Устройство головки обеспечивает свободное прохождение воды через прибор при его опускании, чем достигается целостность структуры монолита, особенно его поверхностного слоя. При подъеме прибора головка закрывается герметически, что способствует удержанию монолита в приборе. В бентометре имеется кран для выпуска взятой придонной воды. Заменяв наконечник, можно вставить внутрь бентометра стеклянный цилиндр и получить монолит грунта с придонным слоем воды внутри этого цилиндра, что дает возможность производить обработку пробы в «живом» виде. Полученные монолиты грунта и слой придонной воды используются для гидрохимических анализов. В зависимости от плотности грунта снимается или надевается добавочный груз-муфта. Прибор рассчитан для работы на глубинах до 30 м; площадь захвата —  $1/500$  м<sup>2</sup>; высоты монолита грунта 10—15 см (в зависимости от его плотности); высота придонного слоя воды около 30 см.

Трубка Владимировой (Владимирова, 1961) представляет собой модифицированный цилиндрический (пневматический) штанговый дночерпатель. Она позволяет получать монолиты любого типа грунта за исключением камней и гальки с глубин до 2.5—3.0 м. Площадь захвата— $1/800$ ,  $1/1000$  м<sup>2</sup>.

При количественном учете мезобентоса и придонного планктона хорошие результаты дают тралы Грезе (1951) и Марковского (1953).

#### ОБРАБОТКА ПРОБ

После того как приборы (микробентометр, трубка Владимировой) с заключенными в них монолитом и придонной водой подняты, работа проводится в следующей последовательности.

Выпускается вода (через кран бентометра или осторожным сливанием из трубки Владимировой) за исключением сантиметрового слоя, прилегающего непосредственно к грунту. Затем сантиметровый слой придонной воды вместе с верхним сантиметровым слоем монолита путем выталкивания снизу помполлом осторожно переносится в материальную баночку. Это делается для того, чтобы получить без потерь легко деформирующиеся организмы микробентоса (из литературных данных и по нашим материалам известно, что в верхнем сантиметровом слое грунта обитает основная масса

микро- и мезобентических организмов). Оставшийся монолит подвергается промывке или отмучиванию (иногда сочетаются оба способа) через специальное сито, сшитое из мельничного газа № 62 (рис. 1).

Промывка должна вестись так, чтобы в сито не попала нефильтррованная вода, а с ней и посторонние организмы. Обе ча-

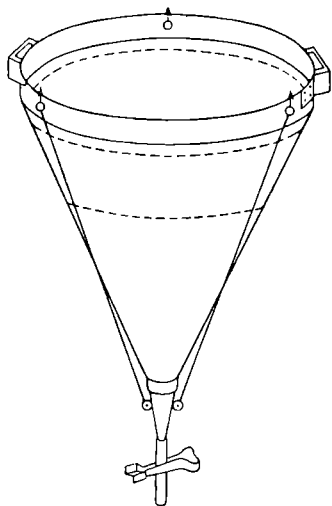


Рис. 1. Сито для промывки проб микро- и мезобентоса.

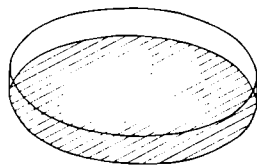


Рис. 2. Счетная чашечка.

сти пробы — верхний слой грунта с сантиметровым слоем придонной воды и промытый (отмученный) монолит — фиксируются 4%-м формалином или 70%-м спиртом. В дальнейшем обработка пробы, разделенной на две части, может проводиться двумя путями: 1) верхний слой монолита (непромывтый) и остальная его часть (промытая) обрабатываются отдельно; 2) верхний слой монолита и остальная его часть сливаются в один сосуд и дальнейшая их обработка производится совместно.

Фиксированная проба переносится в химический стакан, где разбавляется водой до объема 50—500 см<sup>3</sup> (в зависимости от характера грунта, мутности) и осторожно перемешивается до получения однородной смеси. Затем пипеткой с широким отверстием берется 5 см<sup>3</sup> этой взвеси и в камере Богорова под бинокулярном из этой порции просчитываются и выбираются все организмы. Таким образом отбирается и просчитывается 5—20 порций по

5 см<sup>3</sup> каждая. Затем проба отстаивается и остаток грунта просматривается в счетной чашечке (рис. 2) под биноклем для учета единичных организмов, т. е. не обнаруженных при подсчете порций.

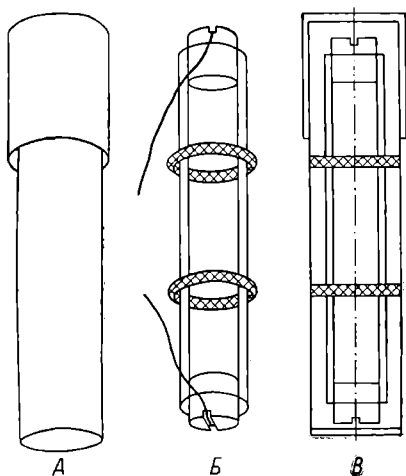


Рис. 3. Приспособление для взятия и перевозки «живых» проб микро- и мезобентоса.

А — металлический цилиндр-футляр для транспортировки проб; Б — стеклянный цилиндр для взятия «живых» проб; В — схема упаковки цилиндра с «живой» пробой.

Обработка проб нефиксированных (живых) производится главным образом для учета инфузорий, которые, как правило, разрушаются при фиксации.

Стеклянный цилиндр с полученной пробой (монолит грунта и слой придонной воды над ним), закрытый сверху и снизу пробкой, помещается в металлический цилиндр. В последний для термоизоляции и предотвращения фильтрации воды через пробки стеклянного цилиндра наливается вода, взятая из водоема. В таком виде проба доставляется в лабораторию для дальнейшей обработки (рис. 3). Проба до обработки может стоять около двух суток. При обработке живой пробы слой придонной воды осторожно отсасывается и оставляется лишь 1 см непосредственно

над грунтом. Затем с помощью стеклянных трубочек различного диаметра (в зависимости от грунта) из пробы извлекается «монолитик» высотой 1 см, который из трубочки выпускается в мензурку,

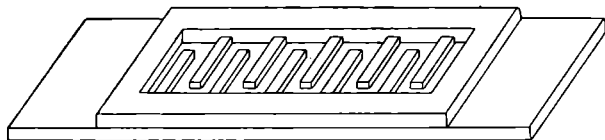


Рис. 4. Камера для подсчета инфузорий.

где разбавляется до 10—50 см<sup>3</sup> профильтрованной водой, слитой из стеклянного цилиндра. Содержимое мензурки осторожно перемешивается, из нее берется несколько порций по 1 см<sup>3</sup> и переносится в камеру Богорова, приспособленную для подсчета



инфузорий (рис. 4). Определение видового состава инфузорий осуществляется по методике, принятой протистологами.

Результаты количественного учета микро- и мезобентоса целесообразно выражать в экз./м<sup>2</sup> и г/м<sup>2</sup>.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Б р о ц к а я В. А. 1951. Микробентос литорали Белого моря. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ., 3.
- В л а д и м и р о в а К. С. 1961. Удосконалений прилад длябору проб фітомікробентосу. Укр. ботан. журн., 18, 2.
- Г р е з е В. Н. 1951. Придонний планктон, его роль в питании рыб и методика учета. Зоол. журн., 30, 1.
- Г у р в и ч В. В. и В. В. П о л и щ у к. 1965. Матеріали до вивчення мікрота макробентосу як єдиного донного ценозу. Допов. АН УРСР, 7.
- Г у р в и ч В. В. и Я. Я. Ц е е б. 1958. Мікробентометр для взяття кількісних проб мікробентосу. Допов. АН УРСР, 10.
- М а р к о в с к и й Ю. М. 1953. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее существования и пути использования. I и II. Водоемы дельты Днестра и Днестровский лиман. Изд. АН УССР, Киев.
- У л о м с к и й С. П. 1957. Мезобентос пелогена уральских озер. Изв. Всесоюз. научн.-исслед. инст. озерного и речного рыбного хоз., 39. Пищепромиздат, М.
- Ц е е б Я. Я. 1958. Состав и количественное развитие фауны микробентоса низовьев Днепра и водоемов Крыма. Зоол. журн., 37, 1.

Институт гидробиологии  
АН УССР

---

Ф. П. Ч о р и к

#### МЕТОДИКА СБОРА, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЕТА СВОБОДНОЖИВУЩИХ ИНФУЗОРИЙ

Начиная с 1963 г. нами проводились регулярные исследования состава и численности инфузорий в Дубоссарском водохранилище и в некоторых других водоемах Молдавии.

Всего за период исследований в этих водоемах было собрано и обработано 677 проб, из которых 65% взяты в различных участках проточно-руслового Дубоссарского водохранилища. Остальные пробы отбирались в озерно-прудном Гидигичском водохранилище, в Комсомольском «озере» прудового типа и в малой, но сильно загрязненной промышленно-бытовыми стоками р. Бык. Основное внимание уделялось изучению донных и придонных инфузорий. Планктонные же пробы инфузорий отбирались только в Дубоссарском и Гидигичском водохранилищах с целью выяснения степени общности их состава с донным.

Донные пробы брались с помощью микробентометра Гурвича—Цееба, работа которого, как известно, основана на принципе получения со дна иловых монолитов. В настоящее время эта методика широко применяется не только у нас, но и в ряде других стран. Для большего удобства стеклянные цилиндры, извлекающие монолиты, мы заменили плексигласовыми, которые более прочны.

Как правило, отобранные пробы обрабатывались на месте в лаборатории экспедиционного судна. Иногда же их помещали в сосуды Дюара и доставляли в стационарную лабораторию для обработки. Определение видового состава и подсчет численности инфузорий, особенно в зимнее время, производились в возможно более сжатые сроки, так как резкое изменение температуры сильно отражается на составе проб и на численности особей.

Для определения инфузорий мы пользовались различными методами, но во всех случаях отделенную микрокапилляром инфузорию первоначально рассматривали в живом состоянии под микроскопом, снабженным фазово-контрастным устройством. Для лучшего просмотра живых инфузорий под микроскопом нами были изготовлены предметные стекла, на которых с помощью плавиковой кислоты вытравлены мелкие луночки размером от 50 мк до 1 мм. В этих луночках, площадь которых при малом увеличении почти полностью входила в поле зрения микроскопа, инфузории медленно плавали, так как были стеснены в движении. Движение инфузорий замедлялось также свежеприготовленным клеем из айвовых косточек.

В качестве временных фиксаторов использовались растворы Люголя, Утермоля или слабый раствор йода, которые прекрасно проявляют макронуклеус, особенно у нижнеротых инфузорий. Четко выделяется ядро также с помощью смеси 1-процентного раствора метилового зеленого и 1-процентного раствора уксусной кислоты. Реже использовался для фиксации концентрированный раствор сулемы. Для прижизненной окраски применялся раствор метилового зеленого, а иногда раствор нейтрального красного.

Особое внимание уделялось методике учета численности инфузорий в пробах. Количественный учет донных и придонных инфузорий проводился по методике Я. Я. Цееба (1937, 1940, 1941, 1947, 1958). С этой целью плексигласовый цилиндр с монолитом извлекали из термоса (сосуд Дюара). Первоначально визуально оценивался характер грунта и определялся видовой состав инфузорий. Затем пипеткой с площадью сечения 0.5 см<sup>2</sup> набиралась порция со дна цилиндра. При этом в пипетку входило 0.5 см<sup>2</sup> пелогена с органическим детритом и сантиметровый столбик придонной воды. Содержимое пипетки переносилось в камеру Коквитца или на простое предметное стекло, края которого были обведены слоем парафина, и добавлялись 2—3 капли фиксатора.

Осторожно перемешав фиксатор с отобранной пробой, мы приступали к подсчету численности отдельных видов инфузорий. Эта операция для каждой пробы повторялась обычно два, а иногда три раза, затем выводились средние показатели численности по видам и по общепринятой методике пересчитывалась численность инфузорий на  $1 \text{ м}^2$  дна водоема. Следует, однако, отметить, что при фиксации подавляющее большинство инфузорий сильно изменяет свою внешнюю форму. Поэтому, чтобы не ошибиться при количественном учете, первоначально мы определяли виды инфузорий, а затем фиксировали их отдельно для наблюдения за изменением формы тела при фиксации. Оказалось, что некоторые инфузории с тонкой пелликулой (*Sterombilidium*, *Halteria* и др.) исключительно плохо выдерживают фиксацию и сильно деформируются, однако и их при известном навыке трудно спутать с другими родами. Труднее всего подсчитывать в пробах количество чрезвычайно мелких инфузорий из семейств *Frontoniidae*, *Pleuronematidae*, *Lembidae* и некоторых других, которые обволакиваются детритом и механической взвесью. В данном случае, на наш взгляд, ошибка при выведении общей численности неизбежна. Вместе с тем при массовом развитии подобных видов, которые очень хорошо сохраняются при фиксации и легко могут быть обнаружены благодаря подкрашиванию иодом, можно допустить известную среднеарифметическую ошибку, тем более что на общей биомассе инфузорий эта ошибка отражается мало. Конечно размеры отклонений от реального количества инфузорий в водоеме знать все же важно, но какого-либо метода для этого мы, к сожалению, не имеем. Для этой цели можно пользоваться сравнением результатов собственных исследований с данными других авторов по аналогичным водоемам. Например, в Каховском водохранилище, по данным В. В. Гурвича (1961), средняя численность инфузорий в различных комплексах составляет от 2.3 млн экз./ $\text{м}^2$  в аргиллофильном комплексе до 9.8 млн экз./ $\text{м}^2$  в некрофитофильном. В Днепровском водохранилище, по данным А. М. Бузаковой (1967), в разные периоды года численность инфузорий колеблется между 0.8 и 7.5 млн экз./ $\text{м}^2$ . В наших водоемах, в частности в Дубоссарском водохранилище, среднегодовая численность инфузорий составила в 1964 г. 1.2 млн экз./ $\text{м}^2$  и в 1965 г. 3.4 млн экз./ $\text{м}^2$  с колебаниями от 0.2 до 40 млн экз./ $\text{м}^2$ . Несмотря на некоторые расхождения, эти данные более или менее сравнимы и, следовательно, в известной степени соответствуют действительности.

Методика количественного учета планктонных инфузорий подвергалась более широкому обсуждению в специальной литературе. Многие авторы (Sebestyen, 1953, 1958; Sladecsek, 1957; Щербаков, 1963, и др.) производили подсчет планктонных простейших в отстойных пробах. Для этого взятый объем воды помещался в сосуд, куда прибавлялось несколько капель иодистого фиксатора, и

проба отстаивалась в течение 7—10 дней. После этого излишнюю воду сливали с помощью сифона, оставляя на дне небольшой ее объем вместе с осадком. Затем в небольших порциях осадка подсчитывали количество инфузорий с последующим пересчетом их на кубический метр исследованной воды.

Некоторые авторы производили подсчет инфузорий в счетной камере Сэдживика—Рафтера, описание и рекомендация которой приводится в американском руководстве по методике исследования воды и стоков (Standart methods for the examination of water and sewage, 1946, 1951). Но этот метод, на наш взгляд, довольно громоздок и трудно осуществим. А. П. Щербаков (1963) осаждал инфузорий из Глубокого озера в сосудах объемом 500 см<sup>3</sup>, некоторые авторы для подсчета использовали камеру Колквитца, другие — камеру Сэдживика—Рафтера, третьи — камеру Бюркера. Такая разнородность применяемых методов количественного учета простейших затрудняет или вообще исключает возможность сравнения результатов. По нашему мнению, наиболее удобной и достоверной является методика концентрации простейших с помощью фильтров, рекомендуемая Н. С. Гаевской (1949), которой мы и пользовались при определении состава и численности инфузорий в планктоне изучаемых водоемов. Для этой цели 500 см<sup>3</sup> воды, взятой с желаемой глубины водоема с помощью вакуумного батометра ГР-4, профильтровывались через предварительные или мелкопористые беззольные фильтры с помощью насоса Комовского. Оставшаяся вода в головке фильтра Зейтца вместе с осадком и фильтром осторожно перепосилась в чашку Петри. После определения видового состава 0.5 см<sup>3</sup> концентрата фиксировалось жидкостью Люголя или Утермоля в камере Колквитца, где и подсчитывалось количество инфузорий.

Преимущество этого метода определения и подсчета инфузорий, на наш взгляд, состоит в том, что он позволяет более достоверно определять виды инфузорий на живом материале и более быстро и точно учитывать их количество.

Помимо всего, нас интересовала роль инфузорий в образовании биомассы гидрофауны Дубоссарского водохранилища. Для этого путем приравнивания формы тела отдельных видов к соответствующим геометрическим фигурам определялись расчетным методом индивидуальные веса инфузорий более 120 видов. Для определения объема мы применили универсальную формулу Симпсона. Удельный вес тела всех видов инфузорий условно приняли за единицу. Таким путем определялась биомасса инфузорий в различных участках водохранилища.

В результате проведенных исследований нами было выявлено 303 вида инфузорий, относящихся к трем отрядам: равноресничных, спиральноресничных и кругоресничных. По количеству видов и по их численности наиболее богато в изученных водоемах представлены равноресничные инфузории, а беднее всего —

кругоресничные. Выявленные нами виды инфузорий по-разному относятся к факторам окружающей среды. Основной экологической особенностью инфузорий является их быстрое появление при наступлении благоприятных условий и столь же быстрое исчезновение при обратном явлении. Эта особенность свободноживущих инфузорий выдвигает их в качестве лучших индикаторов определенного состояния водоемов.

По отношению к степени органического загрязнения нами выявлено 139 инфузорий-индикаторов. На основании изучения их количественного и видового распределения по продольному профилю Дубоссарского водохранилища мы пришли к выводу, что в санитарно-биологическом отношении водохранилище делится на три участка. Наиболее чистым является верхний участок до расположения прибрежных городов Рыбница и Резина, в то время как в нижнем участке более 13% индикаторов являются показателями альфамезо- и полисапробной зоны загрязнения.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Бузакова А. М. 1967. Микрозообентос и придонный зоопланктон Днепровского водохранилища (озеро Лепина) в связи с условиями его существования в каскаде. Автореф. дисс. Днепропетровск.
- Гаевская Н. С. 1949. Простейшие (*Protozoa*). Жизнь пресных вод СССР, 2.
- Гурвич В. В. 1961. Формирование фауны микробентоса и придонного планктона Каховского водохранилища в первые годы его становления. Автореф. дисс. Киев.
- Цееб Я. Я. 1937. К методике количественного учета микрофауны целогена в связи с ее применением на соленых озерах Крыма. Зоол. журн., 16 (3).
- Цееб Я. Я. 1940. Трубчатый лот для глубинных количественных проб микробентоса. Природа, 11.
- Цееб Я. Я. 1941. Некоторые результаты применения метода монолитов при количественном изучении микробентоса озер. Тезисы докл. экол. конф. по проблеме массового размножения животных и их прогноза, 2. Киев.
- Цееб Я. Я. 1947. Материалы по изучению жизни водоемов Орловщины и к развитию рыбного хозяйства. Уч. зап. Орловск. педагог. инст., сер. естествознания и химии, 2.
- Цееб Я. Я. 1958. Состав и количественное развитие фауны микробентоса пизовьев Днепра и водоемов Крыма. Зоол. журн., 37 (1).
- Щербakov А. И. 1963. Продуктивность зоопланктона Глубокого озера. Сообщ. III. Планктонные простейшие. Тр. Вессоз. гидробиол. общ., 13.
- Sebestyén O. 1953. A Balaton Planktonjához Oligotricha ciliátairól. Ann. Inst. Biol. Tihany, 21.
- Sebestyén O. 1958. Mennyiségi Planktontanulmányok a Balatonon. VII. Biomassa számítások nyíltvízi Oligotricha Ciliátákon. Ann. Inst. Biol. Tihany, 25.
- Sladeczek V. 1957. Studie o biologickém čištění městských odpadních vod aktivovaným kalem. Sborn. Vys. Skoly Chemtechn. v. Praze, 1.
- Standard methods for the examination of water and sewage, 9. ed., 4. print. (1946) 1951. Amer. Publ. Health. Assoc., New York.

Институт зоологии  
АИ Молдавской ССР

О ПРИЧИНАХ ОБРАЗОВАНИЯ СТАЙ У *POLYPHEMUS PEDICULUS* L.

На существование стай у *Polyphemus pediculus* впервые обратил внимание Песта (Pesta, 1925), а затем их описал Ишрейт (Ischreyt, 1933). Некоторые попытки объяснить причины стаеобразования у *P. pediculus* были сделаны нами в работах, касающихся поведения и распределения рачка в водоеме (Буторина, 1968, 1969). Выяснено, что в образовании стай большую роль играет интенсивность освещения водной толщи и присутствие гамогенетических самок.

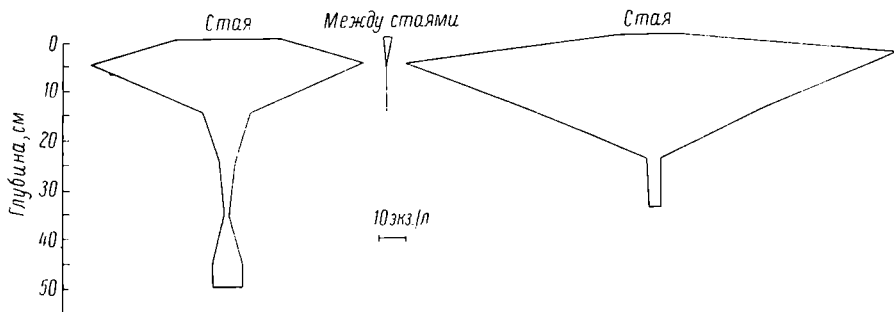


Рис. 1. Количественное распределение *Polyphemus* в стаях и между стаями по наблюдениям 31 мая—1 июня 1967 г.

Исследование массового материала в водоеме и содержание одиночных рачков в садках и бьюксах свидетельствуют о том, что *P. pediculus* не принадлежит к числу так называемых общественных животных, которые не могут существовать без стай. Одиночные рачки прекрасно живут и размножаются в отдельных бьюксах при условии, если они получают достаточное количество пищи. Продолжительность их жизни в изолированном состоянии достигает 25—30 дней, т. е. столько же, сколько живут самки в стае. При этом одиночная самка дает 5—6 пометов. Ее суточный прирост и количество новорожденных не отличаются от естественных.

В планктоне водоемов полифемы держатся только стаями. При взятии проб планктобаторометром Кожевникова (Буторина, 1969) в стаях и между стаями мы обнаружили, что вне стай *Polyphemus* почти нет (рис. 1). Редкие новорожденные встречаются в поверхностных слоях водоема в промежутках между стаями, что составляет не более 2% от общего числа полифемов в стаях.

Радиоуглеродным методом установлено, что *P. pediculus* питается лишь в светлое время суток (рис. 2). С наступлением сумерек интенсивность питания резко падает, а ночью *Polyphemus* ничего не ест. Но если в ночное время поместить рачков под яркий электрический свет, они сбиваются в стаю и интенсивность их питания резко возрастает (см. рис. 2). И наоборот, находясь в полной темноте в течение всех светлых часов суток, рачки не питаются.

Исследования суточных миграций рачка в течение 1966—1967 гг. показали, что с наступлением сумерек стаи пространственно растягиваются. Плотность рачков в них уменьшается. В полной темноте стаи практически отсутствуют. Лишь незначительное число рачков попадает в прибор на том месте, где вечером была стая и утром обязательно будет (рис. 3). В ночное время полифемы образуют довольно крупные стаи в поверхностных слоях воды лишь при условии освещенности водной толщи лунным светом (рис. 4). С рассветом по мере усиления освещенности водоема увеличивается интенсивность питания рачка, а также плотность и размер его стай (Буторина, 1969). Чем длиннее световой день и светлее ночи, тем позже и в меньшей

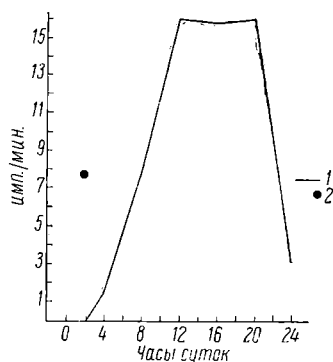


Рис. 2. Суточная ритмика питания *Polyphemus pediculus* 3 июля 1968 г.

1 — общий вид; 2 — усвоение под электрической лампой. По оси ординат — усвоение пищи *P. pediculus*.

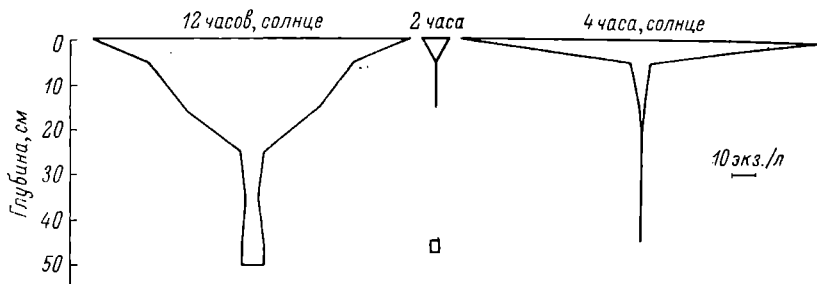


Рис. 3. Количество рачков на одном месте в различное время суток 29—30 июня 1967 г.

степени рассеиваются стаи. В мае это происходит в 24 часа, в июле — в 2 часа, а в августе — в 20 часов.

*P. pediculus* необходимо огромное количество корма в силу его необычайной плодовитости и короткого жизненного цикла. Без

пищи рачок живет не более суток. Радиоуглеродный метод показал, что полифемы питаются в течение всего светлого времени суток без перерыва. Рачок стремится как можно быстрее пабить свой кишечник и, следовательно, питается в первую очередь теми объектами, которые находятся на участке охоты в изобилии. Поэтому только гиперконцентрации пищи могут удовлетворить полифемов. Рачок начинает питаться *Keratella*, если ее концентрация в водоеме не менее 50 шт./л, а *Bosmina* — 100 шт./л. Если

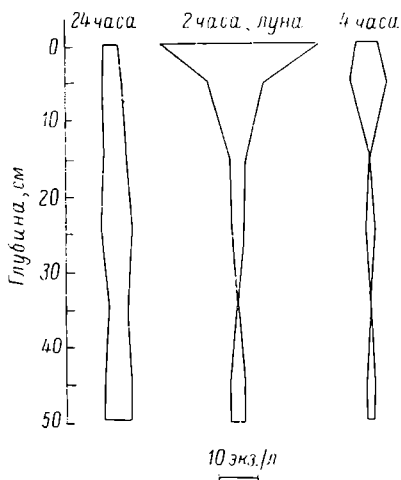


Рис. 4. Распределение *Polyphemus* в ночное время в зависимости от освещенности 2 августа 1967 г.

энергию на длительные поиски пищи. Рачки не разыскивают активно добычу. Их стаи находятся постоянно на одном и том же месте в течение всего вегетационного периода. Рачки совершают лишь небольшие перемещения в пределах стаи. Строгую локализацию стай *P. pediculus* в прибрежье отмечал и Пестра (Pesta, 1925), объясняя ее лишь отложением латентных яиц в одном определенном месте.

Следовательно, стая полифем — прежде всего пищевое объединение, основанное на хорошем зрении рачка в светлое время суток. *Polyphemus* ест лишь ту добычу, которую видит и за которой охотится. Стайный образ жизни связан со способом питания *P. pediculus* и его пищевых потребностей. Стая необходима полифемам для поддержания существования и продления рода. Находясь в стае, самцы легко отыскивают гамогенетических самок, число которых обычно невелико. Поведение стаи, ее плотность и размер с появлением обоеполых особей *Polyphemus* резко меняются (Буторина, 1968).

плотность пищи в водоеме ниже требуемой, *Polyphemus* поедает свою молодь, которая для него наиболее доступна. Так как самки отрождают новорожденных в стае, то молодь в первую очередь подвергается нападению взрослых особей.

Таким образом, явление стайности и интенсивность питания тесно связаны и в какой-то мере зависят друг от друга. Эту связь, очевидно, можно объяснить тем, что ловить добычу таким активным хищникам, как полифемы, возможно, легче стаей, чем в одиночку. Пищу *Polyphemus* в большинстве случаев составляют также стайные животные.

При высокой потребности в корме полифемы не могут терять



Таким образом, стаи *P. pediculus*, как и их поведение, во многом напоминают таковые пресноводных пелагических рыб, у которых стая — одно из приспособлений, обеспечивающее существование вида в данных условиях (Радаков, 1961). Стаи рыб также изменчивы по форме, величине и плотности. У большинства рыб ночью они рассеиваются. Стая *Polyphemus* подобно рыбам отличается большой согласованностью действий составляющих ее особей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Буторина М. Г. 1968. Об органах размножения *Polyphemus pediculus* L. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 13 (16). Изд. «Наука», М.—Л.
- Буторина М. Г. 1969. Распределение *Polyphemus pediculus* в зависимости от освещенности. В сб.: Физиология водных организмов и их роль в круговороте органического вещества. Изд. «Наука», М.—Л.
- Радаков Д. В. 1961. Об особенностях оборонительного поведения стай некоторых пелагических рыб. Вопр. экологии рыб. Тр. Инст. морф. животных им. А. Н. Северцова, 39. Изд. АН СССР, М.
- Ischreyt G. 1933. Über *Polyphemus pediculus*. Arch. Hydrobiol., XXV.
- Pesta O. 1925. *Polyphemus pediculus* L. in der «Alten Donau» bei Wien. Zool. Anz., LXII, Leipzig.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

**Ninth Conference on Great Lakes Research.** Proceedings. Chicago, Illinois, March 28—30, 1966. Great Lakes Research Division. Institute of Science and Technology. Publication N 15. The University of Michigan, Ann Arbor, 1966, 474 pp. (Тр. 9-й конф. по изучению Великих озер в Чикаго (Иллинойс), 28—30 марта 1966 г.).

С 1953 г. конференции по изучению Великих озер стали традиционными. Комплексные исследования в Анн Арбор развернулись после второй мировой войны под руководством Чендлера. В 1960 г. был создан Институт Великих озер в Канаде при университете в Торонто (директор Лэнгфорд). В 1966 г. Висконсинский университет организовал Центр изучения Великих озер в Милуоки (директор Мортимер).

1-я конференция, состоявшаяся в 1953 г. на биологической станции Мичиганского университета на оз. Дуглас, была посвящена вопросам, связанным лишь с верхней группой озер. На 2-й конференции (1956 г.) в программе были доклады об исследовании всех озер. С 1960 г. конференции проводятся ежегодно. Число их участников значительно возросло, расширился круг рассматриваемых вопросов. Так, на 1-й конференции присутствовало около 50 человек, а на 8-й (1965 г.) свыше 300.

9-я конференция проходила в Технологическом институте в Чикаго. Работало 5 секций: биологическая, геологическая и палеонтологическая, метеорологическая и гидрологическая, физической лимнологии и гидрохимии. Было представлено 109 докладов, из которых 48 опубликовано в реферируемом выпуске.

За последние десятилетия в Великих озерах резко возросло загрязнение, а вследствие этого и эвтрофикация, изменился химический состав воды, характер и численность живого населения, сократилась площадь зеркала отдельных озер, в частности оз. Мичиган, возросла эрозия берегов. Эти и другие отрицательные явления вызывают серьезную тревогу, что отразилось и в программе конференции.

В биологических докладах на основе материалов многолетних наблюдений пад водными организмами подтверждается отрицательное влияние на них изменившегося химического состава воды, ее загрязнения органическими веществами и сбросами вод, нередко токсичных и радиоактивных. Искусственного повышения температуры и других антропогенных факторов.

На заседании секции физической лимнологии было заслушано 10 докладов, из которых 6 посвящены новым методам и приборам, позволяющим на более высоком уровне проводить наблюдения над гидрологическим режимом озер, их водными массами, внутренними течениями и термикой.

На секции гидрохимии наряду с 8 докладами по различным вопросам химического режима был заслушан доклад о возрастании количества водорослей в озерах и о факторах, способствующих этому явлению, в частности о повышении содержания в воде фосфора под влиянием загрязнения.

Рассматривались вопросы о возможности очистки Великих озер и о способах осуществления этой работы, об эвтрофикации и загрязнении воды, а также методы установления качества воды.

Помимо докладов на отдельных секциях состоялись дискуссионные заседания. Значительное место было уделено таким биологическим проблемам, как «Взаимодействие воздуха и воды», «Качество воды и водный баланс», «Органические и неорганические вещества в водоемах», «Донная фауна как показатель загрязнения озер», вторично обсуждался вопрос об эвтрофикации и загрязнении озер и т. д. Содержание этих дискуссий в реферируемом выпуске не опубликовано.

В апреле 1967 г. в Институте Великих озер в Торонто состоялась 10-я конференция. Материалы ее будут опубликованы в одном из ближайших выпусков Бюллетеня.

11-я конференция по изучению Великих озер состоится 18—20 апреля 1968 г. в Центре изучения Великих озер при Уисконсинском университете в Милуоке.

*Н. А. Лиманова*

R. O. R. Martin and R. L. Hanson.

**Reservoirs in the United States.** Geological Survey, Water-Supply, paper 1838. Washington, 1966, pp. I—VI, 1—115, bid. 10. (Новый справочник по водохранилищам США. Р. Мартин и Р. Хэнсон. Водохранилища в США).

Справочник содержит сведения о 1562 водоемах с зарегулированным водообменом, учтенных на 1 января 1954 г. Приведены данные о водохранилищах Аляски, Гавайских островов и Пуэрторико, которых не было в издаваемых ранее аналогичных указателях. Названы водохранилища, созданные на затопленных землях, и зарегулированные плотинами естественные озера. Перечислены заполненные, заполняемые и строящиеся объекты. Проектируемые объекты не указываются. Учтены водоемы, полезная емкость которых превышает 5000 акрофутов (6.167 млн м<sup>3</sup>). Водоемы меньшего объема рассматриваются как пруды.

За десять лет (с 1954 по 1963 г.) число водохранилищ в США увеличилось с 1327 до 1562, их суммарная полезная емкость возросла с 343 км<sup>3</sup> до 443 км<sup>3</sup>, общая площадь зеркала с 44.7 тыс. км<sup>2</sup> до 59.9 тыс. км<sup>2</sup>. Такое увеличение произошло в основном за счет заполнения новых водохранилищ. Включения малых водохранилищ Аляски, Гавайских островов и Пуэрторико весьма незначительны.

Заслуживает упоминания, что среди различных видов хозяйственной эксплуатации водохранилищ в реферируемом справочнике не выделяется промысловое (коммерческое) рыболовство. Это объясняется тем, что в экономике США промысловый лов рыбы в водохранилищах занимает весьма незначительное место и производится в очень немногих из них. Вместе с широко распространенным и рекламируемым спортивным ловом рыбы промысловый лов отнесен к категории рекреационного, т. е. культурно-бытового использования водохранилищ.

*М. А. Фортунатов*

# СОДЕРЖАНИЕ

## ИНФОРМАЦИИ

Стр.

Симпозиум по методике количественного учета водных беспозвоночных	3
Ф. Д. Мордухай-Болтовской. 1-й Международный симпозиум по палеолимнологии	4

## НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Ю. И. Сорокин. Сезонная динамика продуктивности планктона прибрежья и открытой части Волжского плеса Рыбинского водохранилища	7
В. И. Романенко и А. С. Даукшта. Влияние света на интенсивность фотосинтеза фитопланктона в поверхностных слоях воды	10
М. К. Гусейнов. Бентос Аракумского водохранилища в первый год его существования	13
В. И. Митропольский. Жизненный цикл <i>Pisidium obtusale</i> Jenyns	17
Б. А. Вайнштейн. Личинка <i>Forelia variegator</i> (Koch, 1837) ( <i>Hydrachnellae</i> )	21
В. П. Луферов. Роль света в распределении эпибионтных личинок <i>Chironomidae</i> в озере Севан	23
Р. А. Родова. Самки хирономид. III. <i>Prodiamesa olivacea</i> Meig. ( <i>Diptera, Chironomidae</i> )	27
Р. А. Родова. Радиальная жилка крыла хирономид ( <i>Diptera, Chironomidae</i> )	30
А. И. Шилова и Т. Н. Куражская. Сожительство <i>Glyptotendipes varipes</i> Goetgh. и мшанки <i>Plumatella fungosa</i> Pall.	32
Э. И. Извекова и Ю. И. Сорокин. Исследование питания личинок <i>Chironomus anthracinus</i> Zett. с помощью $C^{14}$	33
В. Р. Микряков. Выживаемость карпов ( <i>Cyprinus carpio</i> L.) после иммунизации	38
Б. А. Флеров, В. И. Романенко. Исследование элиминации корпускулярного антигена у рыб	40
Б. А. Вайнштейн. О статистической достоверности количественных учетов пресноводных беспозвоночных	44
В. И. Романенко и Б. А. Флеров. Методика определения элиминации антигена у рыб	53
В. В. Гурвич. Методика количественного изучения микро- и мезобентоса	57
Ф. П. Чорик. Методика сбора, определения и количественного учета свободноживущих инфузорий	63
Л. Г. Буторина. О причинах образования стай у <i>Polyphemus pediculus</i> L.	68

## БИБЛИОГРАФИЯ

Н. А. Лиманова. Труды 9-й конференции по изучению Великих озер в Чикаго	72
М. А. Фортунатов. Новый справочник по водохранилищам США	73

# CONTENTS

## INFORMATION

	Page
Symposium on methods of quantitative calculation of water invertebrates	3
Ph. D. Mordukhai-Boltovskoi. The first symposium on palaeolimnology	4

## ARTICLES

Ju. I. Sorokin. Seasonal dynamics of plankton productivity in the shore zone and in open Volga bay of the Rybinsk reservoir	7
V. I. Romanenko and A. C. Daukshta. Influence of light on the intensity of phytoplankton synthesis in water surface layers	10
M. K. Guseinov. Benthos of the Arakum reservoir in the first year of its existence	13
V. I. Mitropolsky. Life cycle of <i>Pisidium obtusale</i> Jenyns	17
B. A. Wainstein. The larva of <i>Forelia variegator</i> (Koch, 1837) ( <i>Hydrachnellae</i> )	21
V. P. Lufarov. Role of light in distribution of epibiotic <i>Chironomid</i> larvae in the Sevng	23
R. A. Rodova. Females of <i>Chironomidae</i> . III. <i>Prodiamesa olivacea</i> Meig. ( <i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i> )	27
R. A. Rodova. Radial vein of <i>Chironomid</i> wing ( <i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i> )	30
A. I. Shilova and T. N. Kurazhkovskaja. Cohabitation of <i>Glyptotendipes varipes</i> Goetgh. with <i>Plumatella fungosa</i> Pall.	32
E. I. Izvekova and Ju. I. Sorokin. The study of feeding of <i>Chironomus anthracinus</i> Zett. larvae by C <sup>14</sup>	33
V. R. Mikrjakov. Survival of carps ( <i>Cyprinus carpio</i> L.) after immunization	38
B. A. Flerov, V. I. Romanenko. Study of the elimination of corpuscular antigen in fishes	40
B. A. Wainstein. On the statistical veracity of quantitative calculation of freshwater invertebrates	44
V. I. Romanenko and B. A. Flerov. Method of determination of antigen elimination in fishes	53
V. V. Gurvitch. Methods of quantitative study of micro- and mesobenthos	57
F. P. Tshorik. Methods of collection, determination and quantitative calculation of free-living infusorians	63
L. G. Butorina. On the causes of the formation of flocks by <i>Polyphe-mus pediculus</i> L.	68

## REVIEWS

N. A. Limanova. Proceedings. Ninth conference of Great Lakes research	72
M. A. Fortunatov. New reference book on reservoirs in the United States of America	73
	75

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

## Информационный бюллетень № 3

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

Редактор издательства Л. М. Маковский

Технический редактор З. Ф. Васильева

Корректор З. В. Гришина

Сдано в набор 14/IV 1969 г. Подписано к печати  
12/VI 1969 г. РИСО АН СССР № 236-81В.  
Формат бумаги  $60 \times 90^{1/16}$ . Бум. л.  $2^{3/8}$ . Печ. л.  
 $4^{3/4} = 4^{3/4}$  усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4,73. Изд.  
№ 4092. Тип. зак. № 195. М-12836. Тираж 1100.

Бумага № 1.

Цена 33 коп.

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

---

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