

06  
ИБ ВВ

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

№

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**33**

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

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ  
№ 33

34223П



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Ленинград • 1977

А.Н. СССР  
Институт внутренних вод  
Библиотека

Ответственный редактор  
канд. биол. наук *Б. А. ФЛЕРОВ*

Б  $\frac{21009-530}{055 (02)-77}$  Без объявления

© Институт биологии внутренних вод  
АН СССР, 1977

## ВИЗИТ СОВЕТСКИХ ГИДРОБИОЛОГОВ В АНГЛИЮ

В соответствии с меморандумом второй сессии смешанного советско-английского комитета по сотрудничеству в области охраны окружающей среды группа советских гидробиологов в составе Н. В. Буторина, В. Н. Жукинского, В. А. Абакумова и В. Н. Дубровина с 10 по 21 декабря 1975 г. посетила Англию. Основная цель визита — ознакомление с состоянием работ в Англии по организации и осуществлению контроля качества воды рек по гидробиологическим показателям, а также организационная подготовка советско-английского семинара по этим вопросам, планируемого к проведению в СССР в июле 1976 г.

За время пребывания в Англии советские специалисты посетили в Лондоне Министерство по охране окружающей среды, в Шотландии Министерство сельского хозяйства и рыбной промышленности, в восточном Килрайте Управление по очистке р. Клайд, Управление водного хозяйства рр. Северн и Трент, а также ряд научно-исследовательских лабораторий и учреждений: колледж Челси в Лондоне, Центр по исследованию воды и лаборатории в Стивенаже, рыбные лаборатории пресных вод в Питлохри, биологическую станцию пресной воды в Виндермере.

Посещение перечисленных научных центров показало, что в Англии работы по изучению и контролю за состоянием окружающей среды, в частности водных ресурсов, поставлены широко и на достаточно высоком методическом уровне. Проявляется тенденция к международному сотрудничеству в решении вопросов, связанных с охраной внешней среды. Так, при колледже Челси с июля 1975 г. функционирует Международный исследовательский центр по контролю и оценке состояния внешней среды (International Environmental Monitoring and Assessment Research Centre). Главная задача центра — сбор информации о состоянии внешней среды в мировом масштабе, выявление опасных или вредных ситуаций и разработка ответных мер. Работы ведутся по следующим направлениям: характеристика имеющейся информации о состоянии внешней среды; создание системы мониторинга для слабо-развитых стран; изучение динамики процессов во внешней среде путем моделирования; влияние загрязнения атмосферы на климат планеты и перспектив изменения внешней среды во времени.

Центр по исследованию воды в Стивенаже создан в 1974 г. Основное направление его исследований — изучение и охрана водных ресурсов, контроль за загрязнением водных источников. Изучаются климатические и гидрологические аспекты формирования речного стока. Много внимания уделяется исследованию подземных вод. Широко поставлены работы по биоиндикации качества воды. Изучается токсичность для рыб тяжелых металлов, таких как медь, кадмий, цинк, никель. Отдел токсикологии оборудован специальными бассейнами с установками для очистки и аэрации воды, оригинальным оборудованием для оценки физиологического состояния рыб под воздействием токсикантов.

Большое внимание уделяется технологии обработки воды для использования ее промышленностью и в бытовых целях. Изучаются способы флотации для удаления твердых примесей, способы удаления нитратов и аммония, токсичных металлов, дезинфекции воды и т. п. Важной частью работ является исследование влияния качества воды на здоровье людей.

Ведется разработка инструментальных и химических методов анализа качества воды. Модифицируется существующее и создается новое гидробиологическое оборудование, дается обоснование целесообразности производства тех или иных приборов промышленностью. Наблюдается тенденция к автоматизации сбора информации, ее передачи и обработки. Разрабатывается телеметрическая система оценки качества воды с помощью мониторов — автоматических станций.

Основное направление работ рыбной лаборатории пресной воды в Питлохри (Шотландия) — изучение условий жизни лососевых рыб в условиях регулирования стока рек. Исследуется гидрохимия рек и озер Шотландии, содержание биогенных элементов и органических веществ, их влияние на флору и фауну, донная фауна, ее сезонная динамика и зависимость от геологических факторов и гидрохимического режима. Большое внимание уделяется изучению роста, продукции и условиям воспроизводства атлантического лосося и форели в водоемах Шотландии.

Основное направление работ лаборатории «Ferry House» (Ассоциация биологических исследований пресных вод) — антропогенная евтрофикация и биопродуктивность малых озер Англии. На станции, широко известном гидробиологическом учреждении, ведутся серьезные теоретические исследования круговорота биогенных элементов, различных биоценозов и экосистем пресных озер, по эволюции евтрофикации водоемов на примере олиготрофных, мезотрофных и евтрофных озер Средней Англии. Особый интерес представляют работы по экологии фитопланктона, выполненные с помощью больших экспериментальных труб из бутиленового пластика. Исследователями установлено экспериментально, что при диаметре труб в 45.5 м в них сохраняется соотношение экологических условий озерным и развивается с норме природный фитопланктон, не отличающийся от озерного. Это

позволяет в эксперименте изучать формирование и особенности функционирования природных сообществ фитопланктона.

В оснащенной современным оборудованием лаборатории работают высококвалифицированные специалисты. Имеется прекрасная библиотека.

Во время гидробиологической экскурсии по бассейнам рр. Северн и Трент была предоставлена возможность знакомства с методикой отбора гидробиологических проб, а в лаборатории Управления водного хозяйства этих рек — с результатами их анализа, которые используются для биологической классификации рек. Последняя базируется на качественной и количественной характеристике определенных сообществ крупных беспозвоночных, адекватных той или иной степени загрязнения рек, и послужит предметом обсуждения на советско-английском симпозиуме в июле 1976 г.

*Н. В. Буторин*

## ВТОРАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

25—30 декабря 1975 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР проходила II конференция молодых ученых.

На конференции заслушано 23 доклада, из них 21 сотрудников ИБВВ АН СССР. Сообщения А. Г. Охупкина, Л. Е. Сигаревой, С. И. Генкала, И. М. Балонова и С. Н. Ягодки были посвящены результатам изучения видового состава фитопланктона, продукции, питания и строения водорослей. Исследования паразитофауны, биохимии и физиологии рыб были представлены в докладах А. В. Маштакова, В. Г. Давыдова, Н. Ф. Силкина, С. Б. Кривасовой, В. А. Соколова, Н. Н. Ружинской. Вопросы распределения микроорганизмов и бактериального окисления серных соединений рассмотрены Л. И. Захаровой, Н. А. Шехавцовым, А. Ф. Сокольским, М. Б. Вайнштейном. Сообщения по биологии беспозвоночных животных сделаны А. И. Копыловым, А. П. Мыльниковым, В. М. Тарановой, Н. Р. Архиповой, С. С. Зозулей. Обсуждалось применение математических методов в биологии (Н. П. Клайн, М. М. Сметанин, Т. А. Сметанина).

В обсуждении докладов приняли участие ведущие специалисты института. Наряду с критическими замечаниями выступившие отметили, что большая часть работ выполнена на высоком научном уровне.

Оргкомитет конференции и дирекция ИБВВ АН СССР особо выделили 10 работ молодых сотрудников института. Сообщения И. М. Балонова и С. Н. Ягодки, В. Г. Давыдова, С. С. Зозули, А. И. Копылова, В. А. Соколова и Г. А. Виноградова опубликованы в настоящем номере бюллетеня. Работы М. Б. Вайн-

штейна по бактериальному окислению сероводорода в водоемах выдвинуты Советом молодых ученых и дирекцией на соискание областной премии Ленинского комсомола.

*С. И. Генкал*

## СОВЕТСКО-АМЕРИКАНСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМАМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД

С 13 по 26 июня 1976 г. делегация американских специалистов, изучающих влияние загрязнений на водные организмы и экологические системы, в составе 6 человек посетила Советский Союз. Делегацию возглавлял д-р Ричард Шоттгер — директор лаборатории пестицидов рыб. В состав делегации входили проф. П. Дудоров, проф. Л. Смит, проф. А. Дикас, д-р В. Адамкус и д-р Р. Руссо.

За время пребывания в СССР американские специалисты побывали в ряде научно-исследовательских учреждений Москвы, Минска и Ленинграда. Заключительным этапом визита было проведение в Борке на базе Института биологии внутренних вод АН СССР совещания по методам контроля загрязнения водоемов. Тематика совещания наряду с выступлениями методического характера включала широкий круг вопросов по водной токсикологии, санитарной гидробиологии и некоторым смежным дисциплинам. На совещании заслушано 15 докладов, из них 7 с американской стороны.

Принципиальные вопросы по использованию методов токсикологического контроля качества воды в водоемах и установления ПДК вредных веществ в водной среде рассматривались в сообщениях советских специалистов — Н. С. Строганова, В. И. Лукьяненко, Л. А. Лесникова. Методам биологического тестирования токсического действия загрязняющих веществ в водной среде были посвящены доклады Л. П. Брагинского и П. Дудорова. В своем докладе «Тесты токсичности для регулирования сброса сточных вод» проф. П. Дудоров показал, что в качестве биологического теста в США чаще всего используется рыба. Для определения токсичности берется показатель LC-50. В тех районах, где нет очистных сооружений или замкнутого цикла водоснабжения на том или ином предприятии, этот показатель используется для необходимого разбавления сточных вод.

Из докладов Р. Шоттгера «Токсичность инсектицидов, предполагаемых для использования в лесном хозяйстве, для рыб и водных беспозвоночных» и «Коллаген позвоночника и гидроксипролин при токсикологическом изучении рыб» видно, что в США изучению влияния пестицидов на фауну водоемов уделяется большое внимание. В частности, в лаборатории Р. Шоттгера исследуется токсичность ряда пестицидов для рыб и водных беспозвоночных, много внимания уделяется изучению взаимодействия

различных токсических веществ. Установлено, что в смеси токсичность иногда может увеличиваться вдвое.

Результатам некоторых исследований по влиянию загрязняющих веществ на рыб были посвящены сообщения проф. Л. Смита и д-ра Р. Руссо. В докладе Л. Смита «Хроническое исследование токсичности цианистого калия и водорода» на примере указанных элементов рассматривалось влияние токсичности цианидов на рыб — их прирост, икреметание и т. п. Доклад Р. Руссо «Токсичность аммиака и нитритов для рыб» — результат изучения токсичности аммиака и нитритов для лососевых рыб. Установлено, что аммиак и ион аммония обладают неодинаковой токсичностью. Автору удалось выявить некоторые закономерности адаптации рыб к избытку в воде азотистых соединений.

Несомненно, что изучение закономерностей и механизма токсического воздействия инсектицидов на водных животных, прежде всего на рыб, представляет большой интерес и важно в практическом отношении.

В настоящее время американские исследователи заняты поиском высокоспецифических и быстро разрушающихся токсических веществ.

Проф. А. Дикас в докладе «Геологическое загрязнение оз. Верхнего» изложил результаты изучения необычного загрязнения этого водоема асбестовыми волокнами. В результате деятельности ряда отраслей промышленности, связанных с производством и использованием асбеста, наблюдается значительное накопление в воздухе и в воде озера асбестовых волокон. Наличие этих примесей в воде, которая используется для питьевых целей, вызывает специфические заболевания людей. В сообщении рассматриваются методы выявления подобного рода загрязнений и очистки вод преимущественно с помощью фильтрации.

Существенно отличается по своему содержанию от рассмотренных выше доклад д-ра В. Адамкуса. Являясь представителем администрации пятого регионального управления ЕПА (г. Чикаго), он осветил ряд организационных вопросов, связанных с охраной вод от загрязнения в США, и обратил внимание на некоторые трудно решаемые проблемы, возникшие в связи с охраной вод. К таковым относятся использование сбросов, удаление или утилизация использованного активного ила, оценка влияния удобрений на водную среду, влияние загрязнений на здоровье людей, проблемы создания новой технологии производства и некоторые другие.

Из доклада В. Адамкуса следует, что в США генеральная линия охраны водоемов от загрязнения базируется на строительстве очистных сооружений: на ближайшие три года для этих целей Конгрессом выделяется 16 млрд долларов. Наряду с разработкой конкретных мер по очистке сточных вод и охране водоемов от загрязнения ЕПА придает серьезное значение теоретическим исследованиям в этой области: разработке математических



моделей водного баланса для больших водоемов, прогнозированию «теплового» загрязнения, а из биологических аспектов — рыбоводству в условиях загрязнения водоемов, роли вирусов и аэрозолей в загрязнении вод, мутагенному эффекту загрязнений.

Большой интерес представляют материалы, доложенные советскими учеными — Б. А. Флеровым и В. И. Романенко. Б. А. Флеров на основе изучения поведения водных животных в токсической среде показал возможность использования поведенческих реакций для оценки степени токсичности водной среды. В. И. Романенко дал обстоятельную характеристику микробиологических показателей качества воды, методов их определения. Им предложена классификация загрязнения вод по показателям развития микрофлоры.

Все доклады советских и американских ученых вызвали большой интерес. Обсуждение докладов проходило корректно в дружественной атмосфере, что способствовало взаимопониманию и выявлению у специалистов обеих сторон сходных точек зрения по ряду важных вопросов по охране водоемов от загрязнения.

Материалы совещания предполагается опубликовать на русском и английском языках.

*Н. В. Буторин*

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

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОДУКЦИИ И ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДОХРАНИЛИЩЕ КАРЛОС-МАНУЭЛЬ-ДЕ-СЕСПЕДЕС

Водоохранилище создано в 1964 г. и подобно большинству искусственных водоемов Кубы используется в основном для орошения. Оно находится в юго-восточной части страны в провинции Орьенте, вблизи г. Контрамаэстре. Это одно из крупнейших водохранилищ на Кубе: объем 200 млн м<sup>3</sup>, площадь 30 км<sup>2</sup>. Ложе его расположено в карбонатных породах, берега в южной и юго-восточной части обрывистые. Пополняется водоем водой трех рек — Контрамаэстре, Моготе, Биахака.

Водоохранилище было обследовано нами 24—27 мая с целью определения интенсивности микробиологических процессов продукции и деструкции органического вещества, численности бактерий в воде и в донных отложениях.

Интенсивность фотосинтеза, продукция бактериальной биомассы и редукция сульфатов анализировались с помощью <sup>14</sup>C и <sup>35</sup>S скляночным методом [1]. При определении первичной продукции склянки с водой экспонировались сутки, а в параллельных анализ производился через каждые 2 часа. Всего обследовано 8 станций, подробный анализ по глубинам проведен на ст. 2 (рис. 1).

Отличительная особенность водоемов тропического пояса — постоянная высокая температура воды. В мае в поверхностном слое воды она равнялась 29,5, у дна — 25,6°. Максимальный градиент температуры наблюдался в слое с 3 до 10 м — 0,5° С/м. Но даже такой незначительный перепад температуры влечет за собой особое распределение организмов в толще воды и измене-

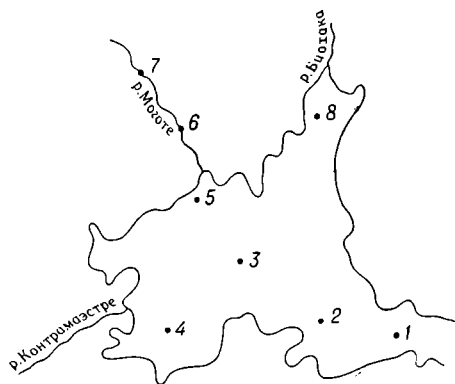


Рис. 1. Схема водохранилища Карлос-Мануэль-де-Сеспедес.

1—8 — номера станций.

ние производимых ими процессов. При прозрачности воды по диску Секки 2.5—3.5 м основная масса водорослей находилась в слое от 0 до 8 м. Здесь же наблюдалась максимальная концентрация кислорода — 7.8 мг/л. Ниже 10 м происходит резкое снижение содержания кислорода (до 0.31 мг/л), а также окислительно-восстановительного (ОВ) потенциала — с +250 до +90 (рис. 2, а). В поверхностном слое ила ОВ-потенциал равен таковому придонных слоев воды (+90). Даже на глубине 13 см от поверхности ила ОВ-потенциал положительный (+10), а  $rH_2=23.1$ . Это сви-

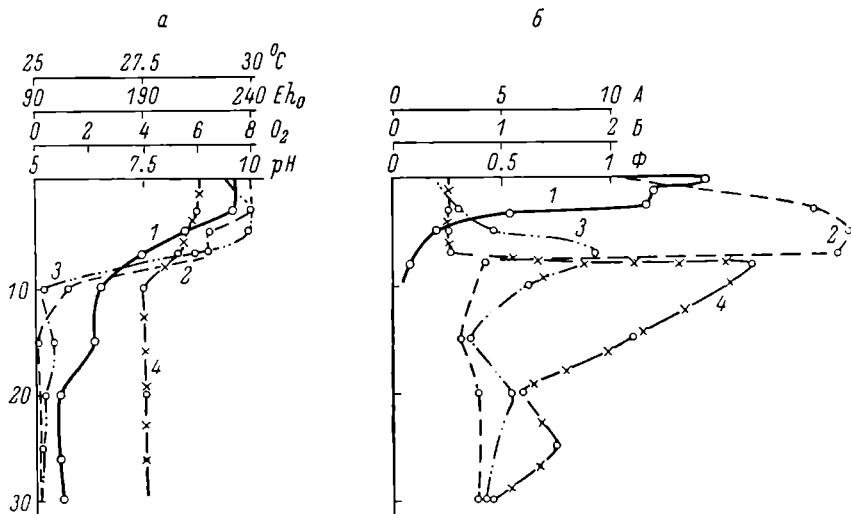


Рис. 2. Гидрологические и гидробиологические показатели в толще воды.

а: 1 — температура (°C), 2 — кислород, 3 — ОВ-потенциал (Eh), 4 — pH; б: 1 — световая кривая фотосинтеза (Ф), 2 — распределение водорослей в относительных единицах, 3 — количество бактерий (Б), млн/мл, 4 — гетеротрофная ассимиляция CO<sub>2</sub> (А), мкг С/л в сутки. По оси ординат — глубина, м.

детельствует о том, что основная масса органического вещества при столь высокой температуре разлагается в основном в воде, не достигнув донных отложений. Действительно, потери при прокаливании ила невелики, бактериальные процессы здесь протекают слабо, а анаэробных бактерий мало. Подобное явление наблюдается во многих водоемах Кубы.

Количество бактерий в поверхностных слоях воды в среднем равнялось 0.3—0.9 млн/мл и лишь в прибрежной зоне во время волнения достигало 2.2 млн/мл. Три пробы воды были взяты в р. Моготе, русло которой прорезано в толще карбонатных пород и имеет живописные и высокие берега. Общее количество бактерий в воде реки составляло 0.6—0.9 млн/мл.

В толще воды пик численности бактерий отмечен непосредственно под слоем живых водорослей — 1.8 млн/мл (рис. 2, б),

здесь же наблюдались максимальные величины гетеротрофной ассимиляции  $\text{CO}_2$ . Так, в слое водорослей она равнялась 2—3 мкг С/л в сутки, а под этим слоем была в 5—7 раза выше — 16 мкг С/л в сутки. В поверхностных слоях продуцировалось 40—50 мкг С/л в сутки бактериальной биомассы, а на глубине 8—10 м под водорослями — 280 мкг С/л в сутки.

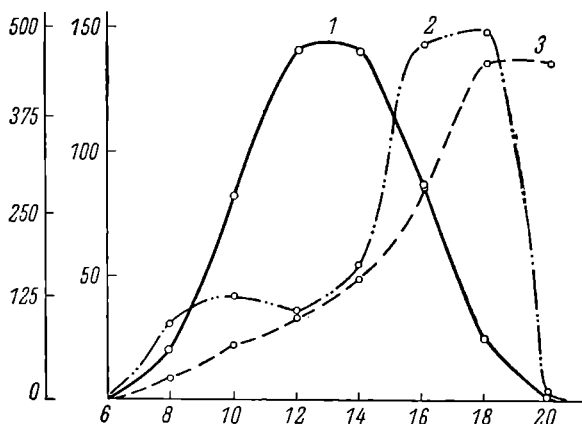


Рис. 3. Освещенность и динамика прироста органического вещества в процессе фотосинтеза.

1 — освещенность, 2 — прирост за каждые 2 часа, 3 — прирост в течение дня. По оси ординат: слева — органическое вещество, мкг С/л (для кривой 2); справа — освещенность, тыс. лк и органическое вещество, мкг С/л (для кривой 3).

Интересно, что вода в анаэробной зоне глубже 10 м насыщена желтыми пигментами, по-видимому каратиноидами, которые при фильтрации оседают и окрашивают фильтры в желтый цвет.

В поверхностной пробе воды определялась суточная динамика интенсивности фотосинтеза. Для этого в склянку с водой вносился меченый карбонат и через каждые 2 часа после перемешивания из этой пробы отбиралось и профильтровывалось через мембранный фильтр по 50 мл воды в двух повторностях. График дневной освещенности по люксметру имеет вид равнобедренного треугольника (рис. 3). Максимальная продукция органического вещества наблюдалась во второй половине дня, с 11 до 14 час. заметен перепад — инсоляционное угнетение фотосинтеза. Подобные кривые получены нами и для ряда других водоемов Кубы. В отличие от умеренной зоны сумерки здесь короткие и наступает резкое снижение ассимиляции  $\text{CO}_2$  на свету.

Процессы продуцирования органического вещества в водоемах Кубы изучены слабо. Имеются лишь две работы по данному

вопросу [3, 4]. Продукция фитопланктона в воде водохранилища Карлос-Мануэль-де-Сеспедес весьма велика — достигает 3.4 г С под 1 м<sup>2</sup> за сутки, а в р. Моготе и в месте ее впадения в водохранилище — 10 г С под 1 м<sup>2</sup> в сутки по <sup>14</sup>С. Для перевода в валовую величину эти цифры надо умножить на 1.5 [2]. Это водохранилище может быть отнесено к весьма продуктивным водоемам. Примечательно, что в поверхностном слое воды количество бактерий невелико, но размножаются они очень быстро (время генерации 11—19 час.), при этом столь же интенсивно протекают процессы деструкции органического вещества (см. таблицу).

Интенсивность фотосинтеза, гетеротрофная ассимиляция CO<sub>2</sub> и продукция бактериальной биомассы

	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 7	Ст. 8
Продукция фитопланктона:								
мг С/л в сутки . . . .	0.45	0.35	0.12	0.29	1.80	1.18	1.48	0.28
г С/м <sup>2</sup> в сутки . . . .	2.6	3.4	0.7	1.1	10	7.5	1.5	1.2
Деструкция органического вещества, мг С/л в сутки . . . . .	1.0	—	—	0.6	—	—	—	—
Общее количество бактерий, мл/мл . . . . .	2.2	0.33	0.83	0.42	0.75	0.90	0.50	0.74
Гетеротрофная ассимиляция CO <sub>2</sub> , мкг С/л в сутки . . . . .	2.9	2.6	2.9	1.9	—	—	—	2.4
Время генерации бактерий, час. . . . .	38	11.4	18.0	14.7	—	—	—	19.0
Продукция бактериальной биомассы, мкг С/л в сутки . . . . .	48	43	48	32	—	—	—	40

Примечание. Прочерк — анализ не производился.

Особенно интенсивно идут процессы в слое температурного скачка. В нижних слоях воды бактериальные процессы деструкции затормаживаются из-за отсутствия кислорода. Действительно, при насыщении придонной воды кислородом интенсивность деструкции возрастает в 5—10 раз по сравнению с таковой поверхностных слоев воды, что свидетельствует о наличии недоокисленных органических веществ.

На МПА из проб прибрежных районов вырастает 200—400 колоний бактерий, а в центральной части водохранилища — всего 30—40 колоний при посеве 1 мл воды. Во всех посевах растут грибы. Несмотря на высокий ОВ-потенциал, в илу встречаются сульфатредуцирующие бактерии, которые растут во 2-м и в 3-м

разведениях. Совсем немного обнаружено денитрифицирующих бактерий — около 200, *Clostridium pasteurianum* в 1 г ила — 100—1000 клеток.

Таким образом, водохранилище Карлос-Мануэль-де-Сеспедес по интенсивности продукции и деструкции органического вещества можно отнести к водоемам ефтрофного типа. Особенностью его является быстрый оборот органического вещества в толще воды при относительно небольшом количестве бактерий, малое содержание органического вещества и слабо идущие микробиологические процессы в донных отложениях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов С. И., Романенко В. И. Микробиологическое изучение внутренних водоемов. Лабораторное руководство. М.—Л., 1969. 129 с.
2. Романенко В. И. Сравнение кислородного и радиоуглеродного методов определения интенсивности фотосинтеза фитопланктона. — В кн.: Микрофлора, фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 1967, вып. 15 (18), с. 54—60.
3. Perez Eiriz M. Algunos aspectos limnológicos de un estanque artificial en Cuba. — Serie Forestal. La Habana, 1973, № 17, S. 3—35.
4. Straskraba M., Holcik J., Legner M., Komarekova-Legnerova J., Fott J., Holrikava K., Perez Eiriz M. Primera contribucion al conocimiento Limnologica de las lagunas y represas de Cuba. — Serie Biologica, La Habana, 1969, № 4, S. 1—44.

Laboratorio de Limnologia  
del Departamento de Ecologia Forestal  
Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

И. М. Балонов, С. Н. Ягодка

## О БАКТЕРИАЛЬНОМ ПИТАНИИ ЗОЛОТИСТОЙ ВОДОРОСЛИ *OCHROMONAS OVALIS* DOFL. (*CHRYSTOPHYTA*)

Несмотря на то что бактериальное питание золотистых водорослей рода *Ochromonas* изучено давно [2—6], до сих пор не выяснен ряд вопросов, касающихся количественной оценки этого явления. Настоящая работа предпринята с целью исследования скорости поглощения бактерий и определения генерационного периода *Ochromonas ovalis* при бактериальном питании.

В опытах использовалась культура *Ochromonas ovalis* Dofl., (*Ochromonadaceae* Senn., *Chrystophyta*), выделенная из Рыбинского

водохранилища: размер клетки 4—5×6—9 мкм, средний объем 115 мкм<sup>3</sup>. Водоросли культивировали на среде Прата.

В качестве пищевого объекта выбраны бактерии *Escherichia coli* (штамм J-62), сохраняющие длительное время после многократной отмычки на лишенной органического вещества минеральной среде неизменную численность [7].

Опыт проводился в четырех повторностях. Постоянные условия (температура 20°, освещенность 1000 лк) поддерживались с помощью климатического шкафа «Feutron» (ГДР). Устанавливалась исходная численность водорослей (10000 кл./мл) и бактерий (200×10<sup>6</sup> кл./мл). Пробы отбирались каждые 4 часа.

Для получения метаболитов *O. ovalis* взвесь водорослей отфильтровывалась через тщательно прокипяченный асбестовый фильтр. Клетки водорослей подсчитывались в камере «Учинская-0.5». Численность бактерий определялась методом прямого счета [1].

Для выяснения влияния различной интенсивности света на *O. ovalis* опыты проводились в трех повторностях при температуре 20° по вариантам освещенности 250, 500, 1000, 2000, 4000 лк. Пробы отбирались каждые 48 час.

При изучении влияния различных концентраций некоторых простых сахаров использовали ряд концентраций глюкозы и фруктозы — 100, 200, 500, 1000 мг/л.

Процесс захвата бактериальных клеток можно наблюдать в микроскоп при добавлении их суспензии в культуру *O. ovalis*. Перемещаясь в воде с помощью двух неравных жгутов, *Ochromonas* постоянно поддерживает ток жидкости в направлении к переднему концу тела. Попавшие в этот ток взвешенные частицы оказываются в непосредственной близости от короткого жгута, которым либо отбрасываются в сторону, либо направляются к основанию жгутов. Поглощение бактерий начинается с образования псевдоподии, которая охватывает пищевую частицу, замыкаясь над ней в виде купола. Длится этот процесс менее 1 сек. Образовавшееся куполообразное выпячивание клеточной стенки, содержащее бактерию, постепенно перемещается на боковую поверхность клетки *Ochromonas* (рис. 1). При большом количестве бактерий в среде водоросли покрываются многочисленными вздутиями, в которых происходит переваривание пищевых частиц. Если в ток воды попадает длинная цепочка бактерий (не более 30 мкм), ближайший ее конец захватывается клеткой *Ochromonas*, постепенно втягивающей в себя всю цепочку. Одновременно образующаяся у основания жгутов псевдоподия, касаясь бактериальной нити, движется к другому ее концу и огибает его, пока *Ochromonas* не поглотит всю нить (рис. 1).

Для выяснения интенсивности потребления бактерий клеткой *O. ovalis*, и прежде всего соотношения фототрофного и фаготрофного питания, необходимо было выявить оптимальную для развития этой водоросли освещенность. Довольно интенсивное раз-

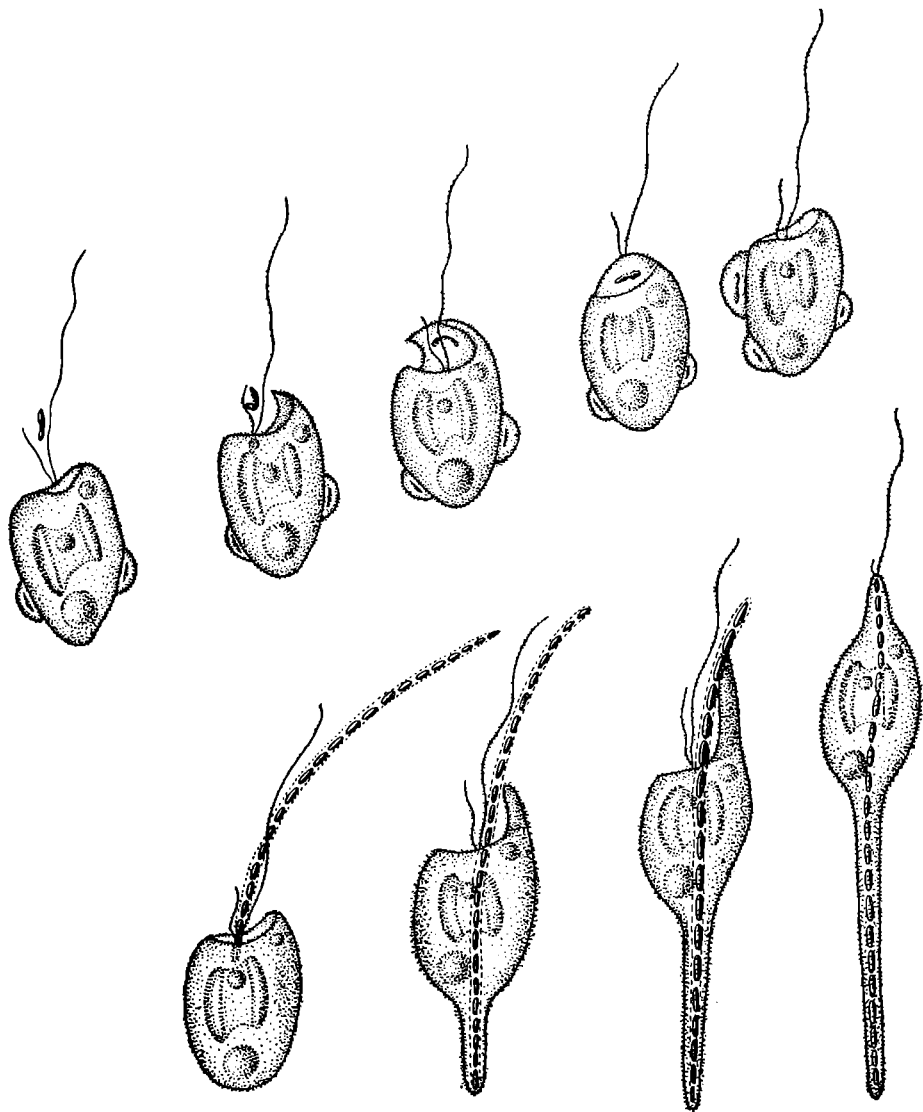


Рис. 1. Поглощение бактерий клеткой золотистой водоросли *Ochromonas ovalis*.



витие происходило уже при 250 лк. Однако оптимальной для размножения этой водоросли оказалась освещенность 1000 лк, при которой численность клеток *Ochromonas* увеличивалась к концу опыта по сравнению с исходной в 4 раза. Освещенность в 2000 и 4000 лк вызывала значительное угнетение размножения клеток *Ochromonas* (рис. 2).

Активность бактериального питания определялась при оптимальной освещенности 1000 лк и при полном отсутствии света. В контрольных колбах, где находились лишь отмытые бактериальные клетки, как и в варианте с метаболитами *Ochromonas*, существенного изменения численности бактерий не происходило

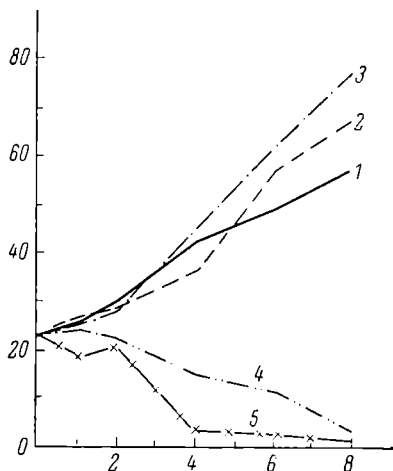


Рис. 2. Влияние освещенности на размножение *Ochromonas ovalis*.

1 — рост численности клеток при освещенности 250 лк, 2 — 500, 3 — 1000, 4 — 2000, 5 — 4000 лк. По оси ординат — численность клеток *O. ovalis* ( $1 \cdot 10^3$  кл./мл); по оси абсцисс — время, сутки.

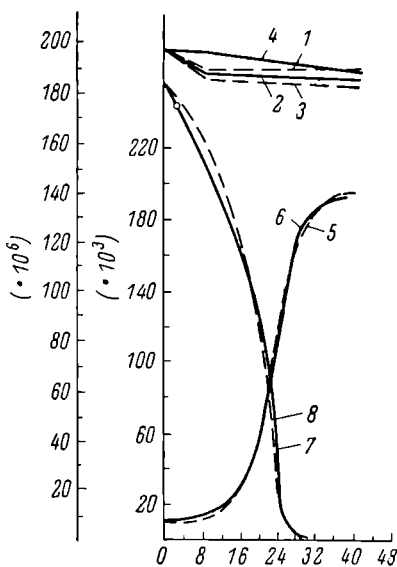


Рис. 3. Процесс бактериального питания *Ochromonas ovalis*.

1, 2 — *E. coli* на метаболитах *O. ovalis*; 3, 4 — *E. coli*; 5, 6 — динамика численности *O. ovalis* при бактериальном питании; 7, 8 — изменение численности бактерий в присутствии *O. ovalis*. 1, 3, 5, 7 — световой вариант, 2, 4, 6, 8 — темновой вариант. По оси ординат — численность бактерий,  $1 \cdot 10^6$  кл./мл и *Ochromonas*,  $1 \cdot 10^3$  кл./мл; по оси абсцисс — время, часы.

(рис. 3). В то же время в вариантах опыта с *O. ovalis* *E. coli* становилось меньше. В результате потребления бактерий интенсивно увеличивалось количество клеток *Ochromonas*. При этом в логарифмической фазе роста культуры количество водорослей удваивалось за 230 мин. По результатам эксперимента построены кривые роста *O. ovalis*, снижения численности бактерий и на их основании рассчитана интенсивность голозойного питания (рис. 3).

За время удвоения числа водорослей одна клетка водоросли поглощает примерно 1000 бактерий, что составляет 250 кл. *E. coli* в 1 час, или 110% объема клетки *O. ovalis* за это же время.

Практически полное совпадение скоростей роста *Ochromonas* на свету и в темноте свидетельствует о высокой эффективности гетеротрофного бактериального питания, которое является в этих условиях определяющим.

Продолжение опыта после снижения численности *E. coli* до  $0.4-0.5 \times 10^6$  кл./мл на протяжении 14 суток показало, что количество бактерий как в световом, так и в темновом вариантах изменялось незначительно (табл. 1) — от 0.40 до  $0.75 \times 10^6$  кл./мл.

Т а б л и ц а 1

Развитие *Ochromonas ovalis* при низкой численности бактерий

Время опыта, сутки	Световой вариант		Темновой вариант	
	<i>O. ovalis</i> , $\times 10^3$ кл./мл	численность бактерий, $\times 10^6$ кл./мл	<i>O. ovalis</i> , $\times 10^3$ кл./мл	численность бактерий, $\times 10^6$ кл./мл
0	264	0.40	265	0.50
3	417	0.55	273	0.75
5	464	0.40	226	0.45
10	582	0.60	59	0.40
12	673	0.50	18	0.45
14	717	0.50	9	0.40

Недостаточность голозойного питания объясняет значительное увеличение генерационного периода у *Ochromonas* на свету и быстрое падение численности водорослей в темноте.

Проведенные нами опыты с 11 культурами бактерий, включающих несколько морфологических форм (*Bacillus cereus* =  $1.5 \times 5$  мкм, *B. megatherium* =  $2 \times 10$ , *Bacterium prodigiosum* =  $1 \times 0.6$ , *Pseudomonas fluorescens* =  $2 \times 0.6$ , *P. denitrificans* =  $5 \times 0.6$ , *Sarcina subflava* =  $0.6 \times 0.9$ , *S. lutea* =  $0.7 \times 2.5$ , *Streptococcus faecalis* =  $0.6 \times 0.9$ , *Micrococcus roseus* =  $0.6 \times 1.0$ , *Mycobacterium luteu* =  $0.7 \times 2.5$ , *M. filiforme* =  $0.5 \times 10$  мкм), показали резкое снижение численности их в присутствии *Ochromonas*, что свидетельствует о широком пищевом спектре этой водоросли.

На среде с различными концентрациями глюкозы развитие культуры *Ochromonas* становилось неравномерным. В начале опыта генерационный период был довольно значителен (рис. 4). В это время в среде содержалось небольшое количество бактерий (табл. 2). Постепенно численность бактерий возрастала и вслед за этим происходило ускорение размножения водорослей.

В средах, содержащих значительное количество глюкозы, развитие бактерий шло медленнее, что и затормаживало рост численности *Ochromonas*. Наименьшее количество клеток водо-

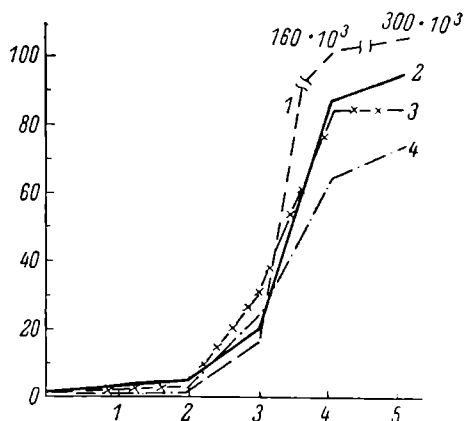


Рис. 4. Рост *Ochromonas ovalis* на среде, содержащей глюкозу в различных концентрациях.

1 — 100 мг/л, 2 — 200, 3 — 500, 4 — 1000 мг/л. По оси ординат — численность клеток *O. ovalis*,  $1 \cdot 10^5$  кл./мл; по оси абсцисс — время, сутки.

рослей оказалось при концентрации глюкозы 1000 мг/л, при которой плотность бактерий достигла лишь  $1-2 \times 10^6$  кл./мл. Наибольшая численность *O. ovalis* была получена в варианте с концентрацией глюкозы 100 мг/л, при этом и развитие бактерий достигло максимума.

Аналогичные опыты проводились с различными концентрациями фруктозы. Наиболее активное размножение водорослей наблюдалось также при 100 мг/л, в то время как 200 мг/л фруктозы уже вызывало значительную задержку в развитии как бактерий, так и водорослей.

Таким образом, *O. ovalis* способен питаться бакте-

риями различных морфологических форм и размеров, захватывая бактериальные цепи до 30 мкм длиной. Скорость потребления бактерий *E. coli* одной клеткой *Ochromonas* может дости-

Таблица 2

Развитие бактерий на среде, содержащей глюкозу в опыте с *Ochromonas ovalis*

Концентрация глюкозы, мг/л	Численность бактерий, $\times 10^6$ кл./мл			
	контроль	2 суток	3 суток	4 суток
100	0.5	2	80	80
200	0.5	2	25	20
500	0.5	2	10	1
1000	0.5	2	2	1

гать 250 кл./час. Генерационный период *O. ovalis* в условиях фототрофного роста составляет 96 час., а при бактериальном питании — менее 4 час.

1. Я г о д к а С. Н. Новый вариант метода прямого счета бактерий в воде. — Микробиол., 1975, т. 44, № 1, с. 169—171.
2. H u b e r - P e s t a l o z z i G. Das Phytoplankton des Süßwassers, Bd. 16, Th. 2, H. 1. Stuttgart, 1941. 365 S.
3. P a s c h e r D. Flagellatae die Süßwasser-flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Bd 2, № 2. Jena, 1913. 192 S.
4. P r i n g s h e i m E. G. On the nutrons of *Ochromonas*. — Quart. J. Microscopical Sci., 1952, № 93, p. 71—96.
5. S c h e r r f e l A. Beitrag zur Kenntnis der Chrysomonadineen. — Arch. Protistenk., 1911, Bd 22, S. 299—344.
6. S c h e r r f e l A. Beitrag zur Kenntnis der Chrysomonadineen, II. — Arch. Protistenk., 1927, № 57, S. 331—361.
7. S e t o M., T a z a k i T. Carbon dynamics in the food chain system of glucose — *E. coli*—*Tetrahymene*. — Jap. J. Ecol., 1971, vol. 21, № 5—6, p. 179—188.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

А. И. К о п ы л о в

## О ПИТАНИИ ВОДНЫХ ИНФУЗОРИЙ

Для оценки роли инфузорий в трансформации органического вещества в водоеме необходимо количественное исследование их питания. В последние годы такие работы проводились рядом авторов [1, 2, 5], однако данных по этому вопросу недостаточно. В настоящей работе изложены предварительные результаты исследований по количественной характеристике питания некоторых массовых видов инфузорий.

Питание инфузорий изучали с помощью радиоуглеродного метода Ю. И. Сорокина [3]. В качестве корма использовали водоросли (*Chlorella* sp., *Stephanodiscus* sp., *Cryptomonas* sp.), детрит, полученный из ряски и хлореллы, растертые тела дафний, бактерии (*Caulobacter*, *Pseudomonas fluorescens*), естественный бактериопланктон, жгутиконосцы *Bodo caudatus*, растворенное органическое вещество (гидролизат водорослей).

Проведено 66 опытов в трех повторностях, в каждом из них присутствовало 100—500 инфузорий.

Для характеристики питания изучали следующие показатели: индекс усвоения (отношение накопленной в теле инфузории пищи к общей массе тела), рацион, коэффициенты использования на рост потребленной ( $K_1$ ) и усвоенной ( $K_2$ ) пищи.

Рацион определяли как сумму веществ, накопленных в теле за один час, затраченных на дыхание и выделенных неперева-ренными в окружающую среду [3]. Продолжительность содержания инфузорий на меченой пище соответствовала времени наполнения

Характеристика спектра и интенсивности питания у различных инфузорий

Объект питания	Биомасса животно- го, мг С. 10 <sup>-6</sup>	Часовой индекс усвоения, % от биомассы тела										
		Chlorella	Staphanodiscus	Cryptomonas	спириты	водоросле- вый детрит	раститель- ный детрит	раститель- ные дафнии	Pseudomonas	Caulobacter	естественный бактерио- планктон	<i>Vodo caudatus</i>
<i>Frontonia leucas</i>	400	3	7	1.2	2	3.8	5	2	2	—	2.6	3.5
<i>Stylonichia mytilus</i>	90	7	—	1	3	9	7	3	4.5	—	—	—
<i>Paramecium cauda- tum</i> . . . . .	15	14	6	2	2	10	6	—	—	20	3.4	—
<i>Tintinopsis gigan- teum</i> . . . . .	1	0.7	—	—	—	—	—	—	—	11	—	5
<i>Drepanomonas re- voluta</i> . . . . .	0.3	1.5	—	—	0.5	—	6	3	10	26	0.5	—

пищеварительных вакуолей до выделения фекалий. На немеченом корме простейшие находились в течение всего времени переваривания. Для *Stylonichia mytilus* и *Frontonia leucas* срок наполнения оказался равным 10 мин., переваривание длилось 1—1.5 час.

Биомассу инфузорий определяли бихроматным сжиганием или же расчетным методом путем приравнивания отдельных форм инфузорий к простым геометрическим фигурам с вычислением их объема. Условно приняли, что их удельный вес равен единице. Интенсивность дыхания инфузорий находили манометрически на аппарате Варбурга. Расчет времени генерации животных производили по общепринятой формуле:

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

где  $g$  — время генерации, сутки,  $t$  — длительность опыта,  $B$  — численность инфузорий в конце опыта,  $b$  — численность инфузорий в начале опыта.

Инфузории, относящиеся к группе «подгонятелей» пищи, потребляют и усваивают самые разнообразные пищевые объекты: водоросли, растительный и водорослевый детрит, растертые тела дафний, микроорганизмы, жгутиконосцы, растворенное органическое вещество (табл. 1).

Чем меньше размер инфузорий, тем большую роль в ее питании играет бактериальная пища. Мелкие инфузории не могут потреблять крупные пищевые объекты из-за небольших размеров ротового аппарата. Например, *Tintinopsis giganteum* и *Drepanomonas revoluta* в 4—15 раз интенсивнее питаются бактериями и детритом, чем водорослями и жгутиконосцами. Инфузории-фитофаги в большем количестве потребляют неподвижные водоросли, чем подвижные. Индексы усвоения хлореллы и стефано-

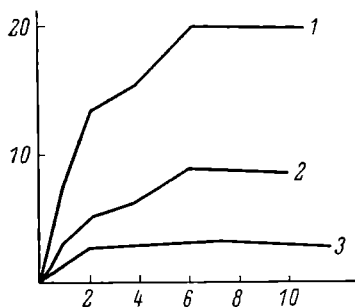


Рис. 1. Рацион и индекс усвоения водорослей и водорослевого детрита в зависимости от их концентрации.

1 — часовой рацион у *Stytonichia mytilus* при питании водорослевым детритом, 2 — индекс усвоения водорослевого детрита у *S. mytilus*, 3 — индекс усвоения хлореллы у *Frontonia leucas*. По оси ординат — индекс усвоения, % от веса тела; по оси абсцисс — концентрация пищи, мг С/л.

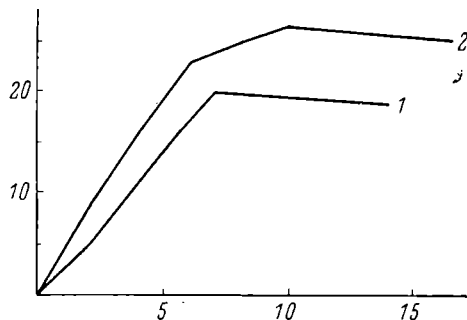


Рис. 2. Индекс усвоения естественного бактериопланктона инфузориями.

1 — *Paramecium caudatum*, 2 — *Drepanomonas revoluta*. По оси ординат — индекс усвоения бактерий, % от веса тела; по оси абсцисс — концентрация бактерий, мг С/л.

дискуса оказались равными 3—14% от веса тела, а криптомонаса — 1—2%. Присутствие в детрите и растертых телах дафний частиц разных размеров позволяет мелким и крупным инфузориям питаться ими. Для всех исследованных инфузорий был получен высокий индекс усвоения растительного детрита (5—7) и тел растертых дафний (2—3).

Интенсивность потребления и усвоения пищевых объектов зависит также и от концентрации их в среде. При повышении концентрации корма индекс усвоения увеличивается, достигая максимального значения, затем несколько снижается. Наибольшая его величина определяет оптимальные концентрации пищи для данного объекта. Так, у *Frontonia leucas* максимальное усвоение хлореллы отмечалось при концентрации 2 мг С/л, а у *Stytonichia mytilus* (кормом служил детрит, полученный из хлореллы) — 6 мг С/л (рис. 1). Максимальные индексы усвоения естественного бактериопланктона у инфузорий наблюдаются при концентрации 0.7—1 мг С/л (рис. 2).

Элементы энергетического баланса пресноводных инфузорий  
в расчете на 1 час

Объект питания	Рацион		Усво- емость	Прирост		Интенсив- ность дыха- ния		$K_1$	$K_2$
	мг С·10 <sup>-6</sup>	% от веса тела	% от рациона	мг С·10 <sup>-6</sup>	% от веса тела	мг С·10 <sup>-6</sup>	% от веса тела		
<i>Frontonia leucas</i>	20	5	67.3	7.57	1.9	5.9	1.5	37.9	56.2
<i>Stylonichia mytilus</i> . . . . .	18	20	40	5.2	5.8	2.0	2.2	28.8	72.2

Важные показатели интенсивности и эффективности питания — рацион и усвояемость. *F. leucas* и *S. mytilus* усваивали водорослевой детрит на 40—67.3%, часовой рацион составлял 5—20% от веса тела (табл. 2).

Сопоставление величин прироста и рациона показало, что примерно третья часть потребленной пищи идет на прирост ( $K_1 = 28.8—37.9$ ). Усвоенная пища расходуется на прирост (56.2—72.2%) и на дыхание (27.8—43.8%).

У *S. mytilus* усвояемость снижается при повышении концентрации пищи, но общее количество усвоенного органического вещества увеличивается (рис. 3). Подобная зависимость показана и для ракообразных фильтраторов [4].

Скорость размножения зависит от интенсивности питания. Мы определяли изменение скорости деления *S. mytilus* при различных концентрациях пищи (рис. 4). Время генерации уменьшается с возрастанием концентрации корма до определенной величины, а при дальнейшем ее увеличении скорость деления остается постоянной. Полученная зависимость может быть выражена уравнением:  $g = 2.7 \cdot x^{-0.37}$ , где  $x$  — концентрация пищи, мг С/л,  $g$  — время генерации, сутки.

Располагая зависимостями времени генерации и рациона от концентрации пищи, мы попытались сравнить их. Для этого использовали экспериментальные кривые (рис. 1, 4): снимали с обеих кривых значения отмеченных показателей на определенных концентрациях пищи и строили новый график. Таким образом, была получена линейная регрессия:

$g = aR + gm$ , где  $g$  — время генерации при соответствующем рационе, сутки,  $a$  — коэффициент пропорциональности,  $R$  — рацион инфузорий, мг С,  $gm$  — максимальное время генерации. В численной форме данная зависимость имела следующий вид:  $g = -0.1 \cdot 10^4 R + 3$ . Это уравнение справедливо для величин рационов от  $4 \cdot 10^{-6}$  до  $18 \cdot 10^{-6}$  мг С.

Подобным образом вычисляли связь между усвоенным органическим веществом и временем генерации. Эта зависимость выражалась уравнением:  $g = -0.25 \cdot 10^3 A + 3$ , где  $A$  — усвоенное органическое вещество.

Если учитывать трудоемкость определения количества пищи, усвоенного инфузорией, последнее уравнение может оказаться

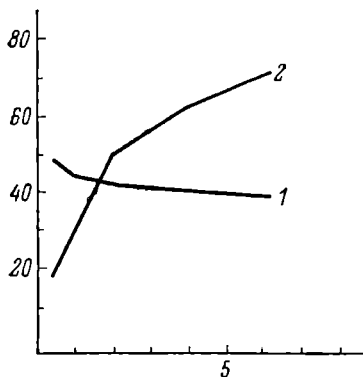


Рис. 3. Усвояемость и усвоенное органическое вещество при разных концентрациях водорослевого детрита у инфузории *Stytonichia mytilus*.

По оси ординат: 1 — усвояемость, % от рациона; 2 — усвоенное органическое вещество, мг С · 10<sup>-6</sup>; по оси абсцисс — концентрация пищи, мг С/л.

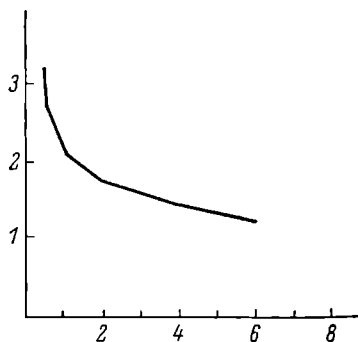


Рис. 4. Зависимость времени генерации от концентрации водорослевого детрита.

По оси ординат — время генерации, сутки; по оси абсцисс — концентрация, мг С/л.

особенно полезным при ориентировочном расчете органического вещества, утилизируемого инфузорным сообществом. Для этого необходимо определить лишь время генерации простейших.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мамаева Н. В., Павельева Е. Б. Спектр питания *Coleps hirtus* Nitzsch., 1817 (*Infusoria*, *Holotricha*). — Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, вып. 22, с. 24—26.
2. Павловская Т. В. Питание и размножение массовых видов инфузорий Черного моря. Автореф. канд. дис. Севастополь, ИнБИОМ АН УССР, 1974. 20 с.
3. Сорокин Ю. И. Применение радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей водных животных. — В кн.: Планктон и бентос внутренних водоемов. М.—Л., 1966, с. 75—119.
4. Сущеня Л. М. Количественные закономерности питания ракообразных. Минск, 1975. 208 с.
5. Уморин П. П. Питание некоторых инфузорий жгутиконосцами *Bodo caudatus* (D. U. I.) Stein и *Pleuromonas jaculans* Perty. — Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1975, вып. 26, с. 34—37.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР



**ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАЗМЕРОВ И ФОРМЫ ТЕЛА  
*BODO CAUDATUS* (DUJ.) STEIN (*BODONINA*,  
*PROTOZOA*)**

Данная работа посвящена изучению влияния различных факторов среды на изменчивость формы тела широко распространенного бесцветного жгутиконосца *B. caudatus* (см. рисунок).

Используемая культура *B. caudatus* выделена из отстойников станции биологической очистки сточных вод пос. Борок. Жгутиконосцы культивировались на различных средах: минеральной среде Пратта, среде ШП [2], отстоянных водопроводной и дистиллированной воде. Изучалось действие повышенной солености, различной рН, УФ-облучения, добавления органического вещества, перхлората аммония.

Перечисленные факторы вызывают специфические изменения формы и размеров тела жгутиконосцев. Однако эти изменения проявляются не у всех особей, причем между крайними формами имеются переходы.

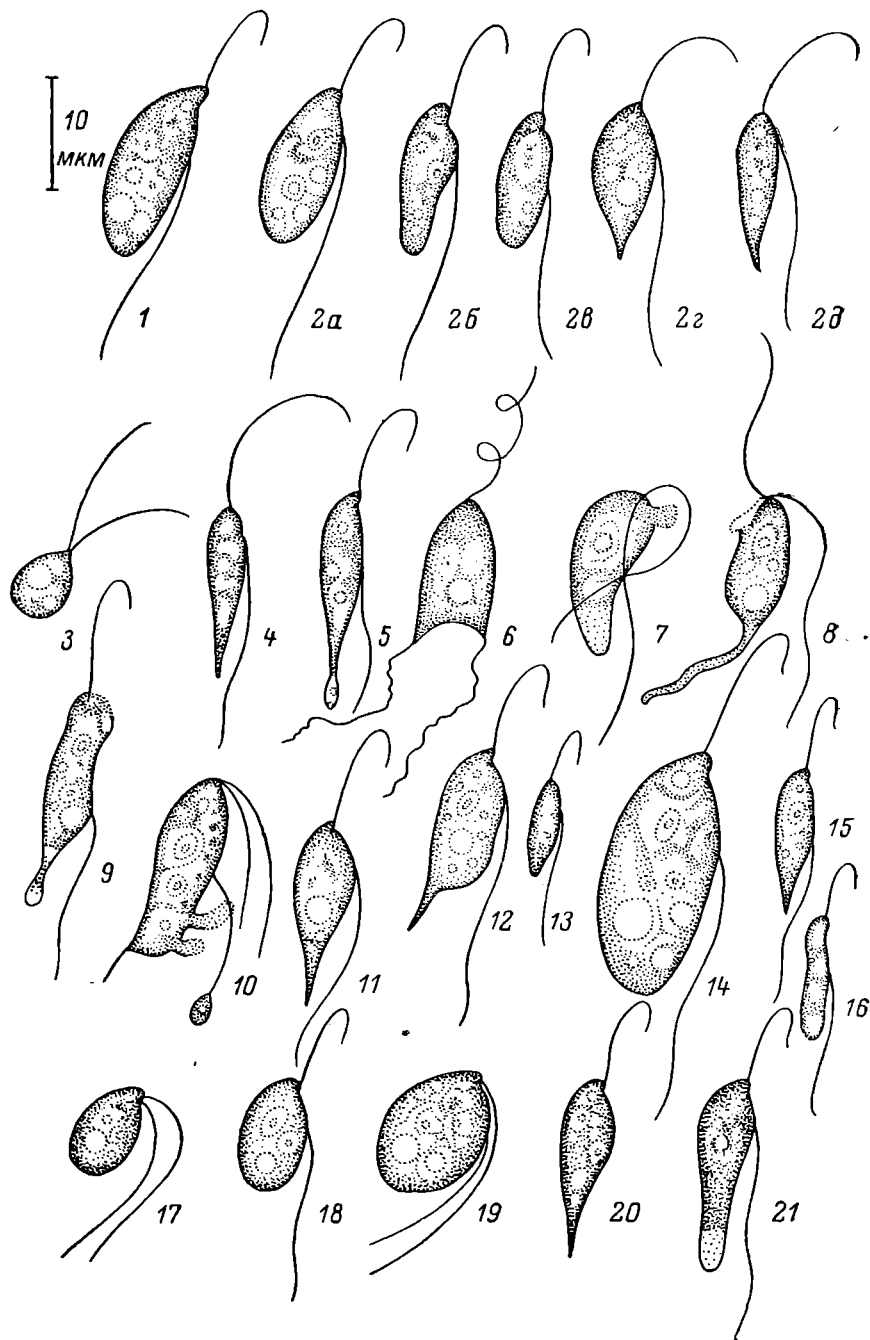
В качестве фоновой использована изменчивость формы жгутиконосцев при старении культуры (см. рисунок, 2,  $a-\delta$ ), проявляющаяся одинаково на разных средах (среда Пратта, раствор Рингера, водопроводная вода). Во время логарифмического роста изменчивость размера тела жгутиконосцев невелика (длина 15—18, ширина 5—8 мкм). Затем по мере старения культуры задний конец тела вытягивается и заостряется, количество пищеварительных вакуолей уменьшается, в результате происходит измельчение особей. Логарифмическая фаза роста составляет при комнатной температуре 1—2 суток, стационарная — 8—20. Добавление в среду органического вещества приводит к увеличению размеров тела. Изменение формы тела бодо при переходе культуры из логарифмической фазы роста в стационарную известна у *B. caudatus* [3].

Культивирование бодо в дистиллированной воде (40 суток) вызывает резкое сужение заднего конца тела у одной части особей и округление всего тела — у другой (см. рисунок, 3—5). Пересаживание из среды Пратта (0.1‰) в среду ШП (36‰) приводит к обез-

---

Изменение размеров и формы тела *Bodo caudatus* (Duj.) Stein под влиянием различных факторов.

1 — *B. caudatus*; 2:  $a-\delta$  — формы жгутиконосцев, наблюдаемые в процессе роста ( $a$ ,  $b$ ) и старения ( $c-\delta$ ) культуры; 3—5 — жгутиконосцы, перенесенные в дистиллированную воду; 6—11 — уродливые формы, наблюдаемые в среде ШП; 12, 13 — бодо, адаптированные к солености 10—15‰; 14 — укрупнение размеров тела при понижении температуры до 1—5°; 15, 16 — измельчение жгутиконосцев при повышении температуры до 25—30°; 17 — изменения, наблюдаемые в щелочной среде (рН 8—9); 18 — округление особей под влиянием перхлората аммония (100—1000 мг/л); 19 — жгутиконосцы, наблюдаемые сразу после облучения дозой свыше 4300 эрг/мм²; 20, 21 — формы жгутиконосцев на 2-й день после облучения.



движиванию большинства особей, значительному изменению формы тела вплоть до появления уродливых форм с псевдоподиальными и каплевидными выростами (см. рисунок, 6—11). Через сутки пребывания в среде ШП жгутиконосцы погибают. К среде соленостью 10—15‰ бодо довольно часто способна адаптироваться (см. рисунок, 12, 13). Начиная с солености 5‰ у *B. caudatus* прекращается деятельность сократительной вакуоли.

Низкая температура среды (1—5°) вызывает увеличение размеров бодо до 22 мкм, а повышение температуры (25—30°) — сильное измельчение и изменение ширины тела до 2 мкм (см. рисунок, 14—16).

В щелочной среде (рН 8—9) либо сразу после УФ-облучения, так же, как и при добавлении перхлората аммония (100—1000 мг/л), происходит округление клеток (см. рисунок, 17—19). Жгутиконосцы, получившие дозу более 4300 эрг/мм<sup>2</sup>, на следующие сутки после облучения имеют вытянутый задний конец тела (см. рисунок, 20, 21).

Таким образом, *B. caudatus* обладает довольно большой индивидуальной изменчивостью. Аналогичная изменчивость подробно изучена у другого бесцветного жгутиконосца — *Pleuromonas jaculans* [1].

Характер изменчивости бодо хорошо коррелирует с динамикой численности особей. Так, в нашем случае отклонение от контроля присуще жгутиконосцам, численность которых понижается или остается на одном уровне. В контроле в это время происходит интенсивное размножение простейших. Общим признаком, указывающим на неблагоприятное влияние того или иного фактора, является заострение заднего конца тела, уменьшение числа пищеварительных вакуолей. При резком воздействии сильнодействующего фактора тело жгутиконосцев обычно округляется. Измерение характера морфологической изменчивости разных видов жгутиконосцев весьма существенно для определения принадлежности того или иного экземпляра к данному виду.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Жуков Б. Ф. Об изменчивости *Pleuromonas jaculans* Perty (*Bodonina*, *Protozoa*). — Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1971, № 9, с. 22—26.
2. Камшилов М. М. Развитие бесцветных жгутиконосцев *Bodo marina* на синтетической минеральной среде. — В кн.: Лучистые факторы жизни водных организмов. Л., 1967, с. 44—53.
3. Lawrie N. R. Studies in the metabolism of *Protozoa* I. The nitrogenous metabolism and respiration of *Bodo caudatus*. — *Biochem. J. Camb.*, 1935, vol. 29, p. 588—598.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

РАЗВИТИЕ ГРУДНЫХ ЗАРОДЫШЕВЫХ ДИСКОВ  
У ЛИЧИНОК IV ВОЗРАСТА *CHIRONOMUS PLUMOSUS*  
L. (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

Определение стадии физиологической зрелости личинок хирономид последнего, наиболее длительного по времени и существенного по морфофункциональным изменениям, IV возраста необходимо для различных цитологических, физиологических и экологических работ. Исследование, проведенное на личинках *Ch. thummi*, позволило на основании морфологических изменений зародышевых дисков подразделить IV возраст на хорошо различимые этапы-фазы [4]. Предстояло выяснить, насколько такое подразделение приложимо к другому, близкородственному виду — *Ch. plumosus*, который включен в программу исследования биологической продуктивности вида в пределах ареала. Для описания последовательности изменения структур во времени с уточнением длительности каждой из фаз и величины имагинальных дисков проводились повторные наблюдения на одних и тех же личинках с момента их линьки на IV возраст.

Работа выполнялась на биологической станции ЗИНа в пос. Рыбачий Калининградской области с популяцией из Куршского залива. В момент массового лета *Ch. plumosus* в июне 1974 г. взято 12 кладок, из которых выращены личинки. Кладки помещали в чашки Петри с отфильтрованной водой. После выклева, который происходил на 2—3-и сутки, личинок переносили в кюветы и кристаллизаторы на предварительно прокипяченный ил и периодически подкармливали порошком из сушеных листьев крапивы. По достижении конца III возраста личинки со смещенными к затылочному склериту глазными пятнами отсаживались и затем синхронизировались по моменту линьки. За 2 часа до линьки и через 10—12 час. после нее обнаружена стадия молочно-розовых личинок с пустым кишечником. По-видимому, она аналогична стадии «красной головы» у *Ch. thummi* [3]. Такие личинки легко обнаруживаются невооруженным глазом, а среди них по ширине головной капсулы можно отличить личинок IV возраста, с момента линьки которых которых прошло не более 12 час. Неоднократно удавалось проследить сам момент линьки. Наблюдения и измерения проводились на живых наркотизированных раствором ментола личинках при малом увеличении микроскопа (9 × об., 15 × ок.) [1]. Диски измерялись окулярной сеткой, зарисовывались и фотографировались. Несмотря на малую токсичность ментолового наркоза [2], процедура повторных измерений вызывала гибель части личинок, особенно в первые дни после линьки. Поэтому в основных опытах измерения проводились не ранее 4—7 суток после линьки с интервалом в 3—5 суток. Поздние фазы дополнительно изучались на личинках с неизвестной датой линьки. Пов-

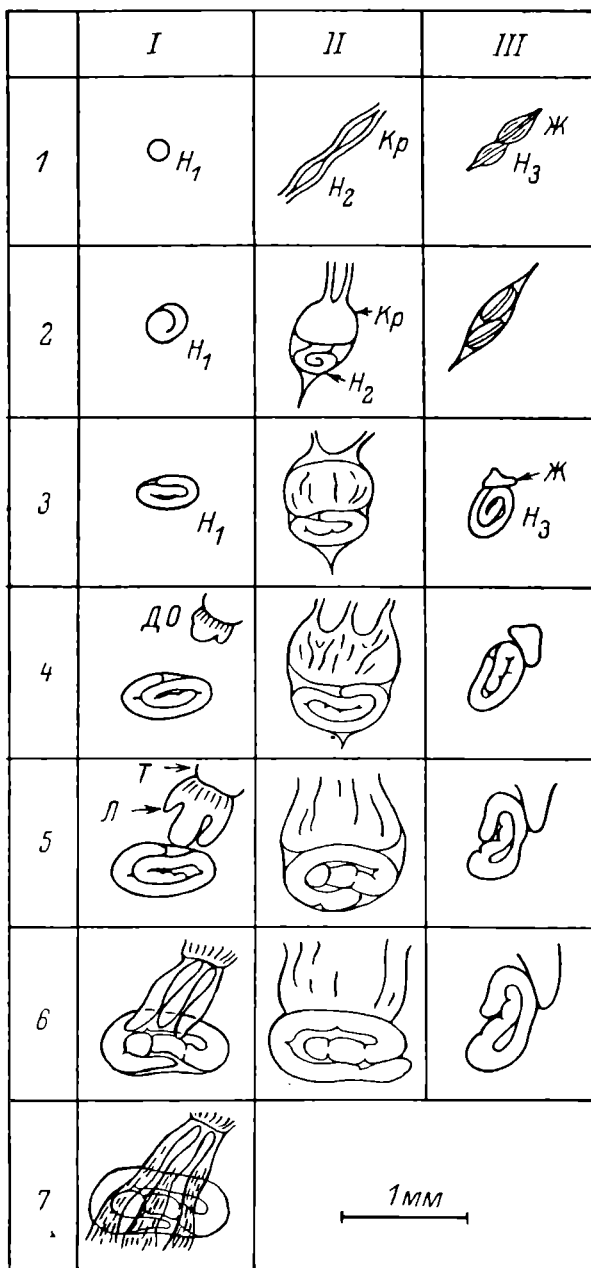


Рис. 1. Развитие грудных имгинальных дисков личинок *Ch. plumosus* IV возраста.

I—III — грудные сегменты; 1—7 — фазы физиологической зрелости. Имагинальные диски:  $H_1$ — $H_3$  — передних, средних и задних ног,  $Kp$  — крыла,  $Ж$  — жужжальца,  $ДО$  — дыхательного органа куколки;  $Л$  — лопасти  $ДО$ ;  $Т$  — «тело»  $ДО$ .

торные наблюдения по крайней мере двух фаз на одной и той же личинке проводились на 70 особях.

В первые дни после линьки в грудном отделе не удастся достоверно найти зародышевые диски. Только на 4—8-е сутки можно обнаружить круглое или слегка овальное бесструктурное образование, расположенное латерально под гиподермой в первом грудном сегменте (закладка передних ног —  $H_1$ ), и в форме вытянутой восьмерки — в следующих грудных сегментах, что соответствует закладкам средних ног ( $H_2$ ) и крыльев ( $Kp$ ) во втором, задних ног ( $H_3$ ) и жужжалец ( $Ж$ ) в третьем сегментах (рис. 1, 1). В отличие

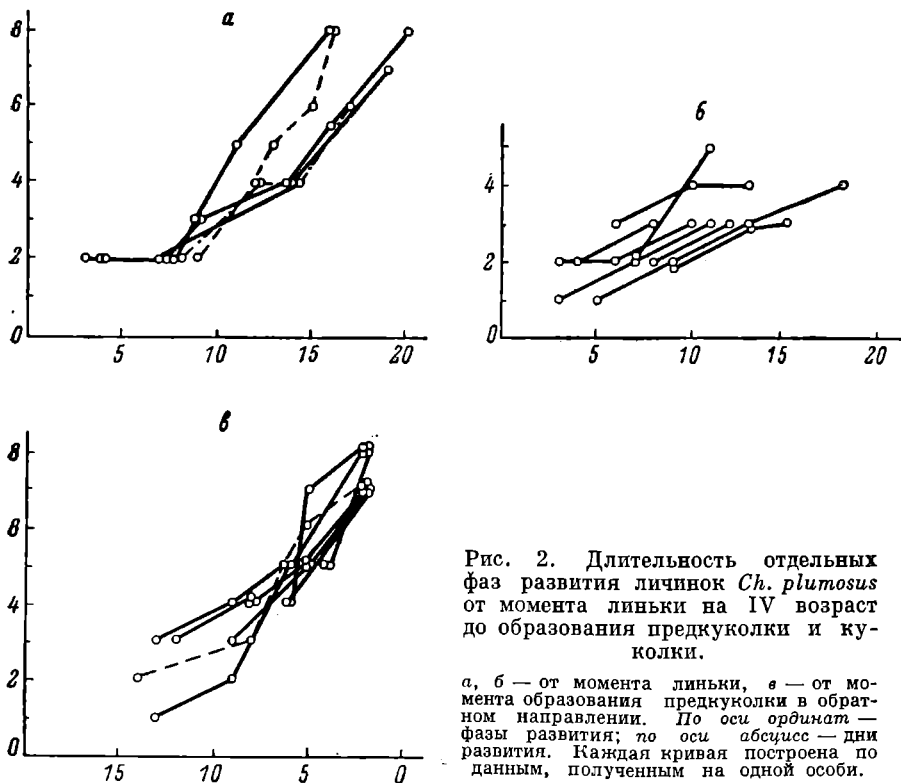


Рис. 2. Длительность отдельных фаз развития личинок *Ch. plumosus* от момента линьки на IV возраст до образования предкуколки и куколки.

а, б — от момента линьки, в — от момента образования предкуколки в обратном направлении. По оси ординат — фазы развития; по оси абсцисс — дни развития. Каждая кривая построена по данным, полученным на одной особи.

от *Ch. thummi* у *Ch. plumosus* на этой стадии различия в размерах дисков средней пары ног и крыльев не отмечены. Первая фаза переходит во вторую с появлением в зародышевых дисках ног первых структур: вначале оболочки в  $H_1$ , позже — «завитка». Размер крылового диска начинает превышать размер диска  $H_2$  (рис. 1, 2). Его форма отличается от формы крылового диска *Ch. thummi*. Завиток зародышевых дисков конечностей постепенно разворачивается, намечаются членения будущей конечности, с возникновением которых начинается 3-я фаза (рис. 1, 3). В крыловом диске

возникают 1—2 складки. Характерный признак 4-й фазы — появление с дорсальной стороны на границе первого и второго сегментов зародышевого диска дыхательного органа куколки (ДО — рис. 1, 4). В это время на плоскости крыла видны уже 3 жилки, складки и морщинистость, а в имагинальных дисках ног не менее 4 сегментов, однако их меньше, чем на этой стадии у *Ch. thummi*. Зачаток ДО растет по диагонали первого сегмента, по мере роста в нем намечаются лопасти, и он постепенно достигает края  $H_1$ . С этого момента начинается 5-я фаза, в течение которой рост ДО замедлен и в нем образуются 3 отчетливые лопасти (Л) и «тело» (Т) (рис. 1, 5). Продолжают расти и закладки ног, в них формируются последние членики лапок. Жужжалецный диск мало меняется в размерах и в нем не появляется новых структур. Потеря четких границ крыловым диском и значительный рост конечностей затрудняют определение дальнейших фаз развития по их структуре. Шестая фаза наступает, когда лопасти ДО, удлиняясь, заходят за границу диска  $H_1$ , проходя над ним. При этом «тело» ДО остается на месте. Появляется вторичная изрезанность, бахромчатость концов лопастей (рис. 1, 6). Форма ДО отличается от аналогичных структур *Ch. thummi*. На 7-й фазе (стадия самой ранней предкуколки) лопасти ДО полностью перекрывают  $H_1$  (рис. 1, 7). Размеры  $H_1$ — $H_3$  становятся соизмеримыми с размерами грудных сегментов. После 6-й фазы определение фаз рациональнее проводить по зародышевым дискам половых органов [2].

При 18—20° признаки ранней предкуколки появлялись у личинок на 16—20-е сутки после последней линьки (рис. 2, а). У разных особей варьировали также сроки наступления и длительность более ранних фаз. Различие в длительности начальных фаз особенно заметно у личинок, не окончивших развитие (рис. 2, б), а конечных фаз — у личинок без даты линьки, за точку отсчета для которых взята дата образования предкуколки (рис. 2, в). Совокупность этих данных показывает, что 1-я и 2-я фазы вместе занимают не менее половины IV возраста.

Полученные результаты, а также данные одного из авторов [2] позволяют довольно просто и быстро с достаточной точностью определять фазу физиологической зрелости личинок IV возраста.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И л ь и н с к а я Н. Б., И о р д а н М. С. Методика определения стадии физиологической зрелости личинок хирономид IV возраста по структуре и величине зародышевых дисков. — Матер. заседания межсекционной рабочей группы по проблеме «Исследование продуктивности вида в пределах ареала». Вильнюс, 1975, с. 17—22.
2. И о р д а н М. С. Развитие половых зачатков и возможность определения пола у личинок IV возраста *Chironomus plumosus*. — Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, наст. вып.
3. D a r r o w I. M., C l e v e r U. Chromosome activity and cell function in polytenic cells III growth and replication. — Development biol., 1970, vol. 21, p. 331—348.

4. Wülker W., Götz P. Die Verwendung der Imaginalscheiben zur Bestimmung des Entwicklungszustandes von Chironomus-Larven (Dipt.).— Z. Morphol. Tiere, 1968, Bd 62, S. 363—388.

Институт цитологии АН СССР

---

М. С. Иордан

**РАЗВИТИЕ ПОЛОВЫХ ЗАЧАТКОВ  
И ВОЗМОЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛА У ЛИЧИНОК  
IV ВОЗРАСТА *CHIRONOMUS PLUMOSUS* L. (DIPTERA,  
*CHIRONOMIDAE*)**

Изучение развития закладок гениталий у личинок IV возраста *Ch. plumosus* представляет интерес как для установления пола, так и для определения фаз физиологической зрелости на поздних этапах развития [1]. Исследование, проведенное ранее на *Ch. thummi* [2], позволило на основании морфологических изменений, взаиморасположения и времени прохождения определенных этапов развития выделить внутри IV возраста 8 хорошо различимых фаз развития. Аналогичная работа, выполненная на *Ch. plumosus* [1], показала, что и у этого вида внутри IV возраста наблюдаются те же этапы (8 фаз) развития.

У личинок IV возраста после 3-й фазы можно отличить мужские гонады от женских, однако определить пол по гонадам затруднительно по ряду причин. Во-первых, личинку необходимо вскрывать. Во-вторых, при фиксации гонады часто распадаются, иногда они теряются или разрушаются при вскрытии, а сам факт фиксации лишает возможности проследить дальнейшее развитие особи. В-третьих, на самых ранних фазах гонады обнаружить не удастся, а при прохождении личинками 2-й и 3-й фаз размеры и форма гонад самцов и самок настолько сходны, что достоверно установить пол невозможно. Даже на более поздних фазах развития в случаях дегенерации половых клеток и присутствия в них паразитов бывает нелегко определить пол по гонадам. Вюлкер и Гетц [3] показали возможность определения пола у живых личинок *Ch. thummi* по генитальным закладкам, лежащим у самок в 8-м и 9-м брюшных сегментах, а у самцов — в 9-м. Показана возможность фотографирования закладок со вспышкой у живых личинок. У *Ch. plumosus* генитальные закладки расположены в тех же сегментах, что у *Ch. thummi*, однако различия в их морфологии позволяют определить пол у личинок *Ch. plumosus* несколько позднее, чем у *Ch. thummi*.

В настоящей работе использовался как живой, так и фиксированный материал. Изучение развития половых зачатков проводилось одновременно с наблюдением грудных имгинальных



дисков на популяции *Ch. plumosus* из Куршского залива (пос. Рыбачий, Калининградская обл.). Личинки были выделены из кладок и отсинхронизированы по линьке на IV возраст.

При работе с живым материалом личинок наркотизировали насыщенным водным раствором ментола. Предварительные опыты с наркотизацией, проводившиеся в жестких условиях (каждодневное 10-минутное пребывание личинок в растворе ментола), показали, что она существенно не увеличивает смертность и не сдвигает сроки развития зрелых личинок IV возраста. При изучении развития от момента линьки до предкуколки, учитывая необходимость усыпления неокрепших личинок, применялась мягкая наркотизация (интервал до 3—5 суток и 1.5—2-минутное пребывание в растворе ментола).

Просмотр личинок, фиксированных жидкостью Кларка, а затем подкрашенных квасцовым кармином в течение 1—2 час., проводился, как и живых [1], при малом увеличении в проходящем свете. Фотографирование велось в проходящем свете.

Закладки гениталий в 9-м сегменте удается впервые обнаружить на 4—8-е сутки после линьки на IV возраст. В это время гениталии самцов и самок практически неразличимы и представляют собой небольшие утолщения гиподермы, лежащие непосредственно под покровом в латеральном направлении в виде тонких полосок, оканчивающихся тремя мезодермальными тяжами. В 8-м сегменте у самок на этом этапе закладок сперматек и генитальной камеры обнаружить не удалось. Достоверное определение пола при наличии опыта можно вести с середины 2-й фазы (см. рисунок). Начиная с конца 2-й—начала 3-й фазы, когда зачатки сперматек и генитальной камеры становятся различимы, а зачаток придаточной железы ярко выражен и имеет вид «шапочки», определение пола вообще не представляет трудности. Развитие зачатков гениталий у самок идет равномерно до конца 3-й фазы, у самцов — до конца 4-й. Ширина придаточной железы в это время превосходит ее длину. При переходе у самок с 3-й фазы на 4-ю, а у самцов с 4-й на 5-ю рост их заметно ускоряется, при этом длина тела превосходит ширину. Обратная картина наблюдается у самок с зачатками сперматек и генитальной камеры в 8-м сегменте. Их ширина с возрастанием длины убывает и при переходе от 5-й фазы к 6-й становится меньше длины. В конце 6-й фазы у самок зачатки генитальной камеры и сперматек начинают сближаться с зачатком придаточной железы. Начало 7-й фазы характеризуется их соприкосновением, к началу 8-й фазы зачатки сперматек и генитальной камеры уже находятся в границах придаточной железы — над зачатком придаточной железы.

Поскольку сроки прохождения 1-й и 2-й фаз занимают по времени половину IV возраста, примерно у 50% личинок пол по генитальным закладкам определить невозможно. В связи с этим прежде следует определить фазы по грудным имагинальным дискам [1]. Последовательный просмотр грудных имагинальных

	1	2	3	4	5	6	7	8
IX ♂								
VIII IX ♀								

Схема развития по фазам зачатков гениталий самцов и самок личинок IV возраста.

VIII, IX — брюшные сегменты; 1—8 — фазы развития. ПЖ — зачаток придаточной железы, ГК — зачатки генитальной камеры и сперматек.

Фаза	Длительность, сутки	Фаза	Длительность, сутки
1	4—5	5	1—2
2	4—5	6	1
3	3—4	7	Менее суток
4	2—3		

дисков и зачатков гениталий может дать точное представление об истинном физиологическом возрасте личинки.

Динамика развития и морфология имагинальных закладок *Ch. plumosus* заметно отличаются от таковых у *Ch. thummi*. Время прохождения фаз у *Ch. plumosus* начиная с 3-й постепенно убывает. У *Ch. thummi* развитие идет равномерно и все фазы занимают примерно одно и то же время [2]. Различия в морфологии зачатков дыхательного органа куколки (в форме «лопастей» и расположении их относительно «тела») хорошо заметны сразу после их появления. В развитии гениталий самок они проявляются в середине 2-й фазы как в более поздних сроках появления зачатков сперматек и генитальной камеры, так и в морфологии придаточной железы. Разница в строении генитальных зачатков самцов обнаруживается в середине 3-й фазы. Все эти различия по мере развития личинки не сглаживаются, а становятся характернее.

Дальнейшее изучение более тонкой морфологии и процесса развития имагинальных дисков у других представителей рода *Chironomus* сможет показать, насколько эти признаки могут быть использованы для целей систематики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ильянская Н. Б., Иордан М. С. Развитие грудных зародышевых дисков у личинок IV возраста *Chironomus plumosus* (Diptera, Chironomidae). — Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, наст. вып.
2. Wülker W. Untersuchungen über die intersexudlität der chironomiden (Dipt.). Nach Paramermis — Infektion. — Arch. Hydrobiol., 1961, Suppl. 25, p. 127—181.
3. Wülker W., Götz P. Die Verwendung der Imaginalscheiben zur Bestimmung des Entwicklungszustandes, von Chironomus-Larven (Dipt.). — Z. Morfol. fize., 1968, Bd 62, № 4, p. 363—388.

Институт цитологии АН СССР

С. С. Зозуля

#### ОСОБЕННОСТИ ПЕРВОЙ ГЕНЕРАЦИИ *BYTHOTREPHEs*, РАЗВИВШЕЙСЯ ИЗ ЛАТЕНТНЫХ ЯИЦ

Размножение хищной клadoцеры *Bythotrephes longimanus* достаточно хорошо изучено, однако в работах, где рассматриваются гамогенез, совершенно отсутствуют данные о развитии из латентного яйца.

Покоящиеся яйца битотрефа крупные (0.45—0.60 мм), желтоватого цвета, с утолщенными оболочками, богатыми слизистыми клетками гиподермиса [1]. Они тяжелые и в лабораторных условиях быстро погружаются на дно сосуда.

Неоднократные трудоемкие попытки обнаружить латентные яйца *Bythotrephes* ранней весной на дне водоема в наилке не принесли успеха. 5 сентября 1974 г. у отловленных гамогенетических самок были отобраны зрелые покоящиеся яйца, развиты на 3 партии и помещены в различные условия: первая в воду 10—12°, 2-я — 2—4°, 3-я находилась в условиях естественного понижения температуры. Две первые партии яиц не развились и погибли.

Латентные яйца из 3-й партии после небольшого кратковременного промерзания выдерживались в воде 10—12°. Через 3 дня их твердые наружные оболочки лопнули. Во всех случаях разрыв происходил всегда одинаково — на две неравные полусферы, как у латентных яиц полифема [2]. Неравные части наружной оболочки расходятся в стороны от линии разрыва примерно на половину диаметра яйца, однако сначала они соединены более прозрачным цилиндром из растянувшейся внутренней оболочки. Через 6—7 дней разрывается и эта оболочка, яйцо распадается на две неравные части и из него выходит рачок. Большая часть внутренней оболочки с линией разрыва остается с меньшей частью твердой наружной оболочки (см. рисунок, А).

Можно предположить, что кратковременное насильное промерзание и перенос в воду 10—12° прервали латентный период и стимулировали дальнейшее формирование и развитие эмбриона. Вероятно, рост эмбриона вызывает разрыв твердой оболочки, растяжение внутренней, более прозрачной, и за счет этого увеличение объема яйца.

Рачок первого весеннего поколения имеет мягкий нитеобразный хвостовой придаток без коготков. Щетинки на плавательных антеннах невелики и едва заметны. На месте парных щетинок на 2-м и 3-м члениках эндоподита первой пары ног находятся лишь небольшие буторки. В течение получаса с момента выхода из латентного яйца рачок линяет. После линьки на отвердевшем хвостовом придатке у него появляется первая пара коготков. Вооружение плавательных антенн и ног становится таким же, как и у взрослого битотрефа, но он заметно отличается от новорожденных летних генераций по морфологическим признакам. Рачок первого весеннего поколения небольшой (1.3—1.4 мм), имеет короткий (1.7—1.9 мм), утолщенный у основания, саблевидный хвостовой придаток с одной парой маленьких, направленных назад коготков и относительно небольшую по размеру первую пару ног (см. рисунок, Б).

Проследить дальнейшее развитие рачков, вышедших из латентных яиц, в лабораторных условиях не удалось, так как вскоре после рождения они погибли.

В первых весенних сборах, произведенных 20 мая 1975 г. в рай-

оне затопленного г. Мологи, при температуре воды на поверхности 16.8°, у дна — 11.2° обнаружены необычные взрослые партеногенетические самки с 4 парами когтей на хвостовом придатке, не встречавшиеся ранее ни в летнее, ни в осеннее время (см. рисунок, В).

Все рачки имели короткий хвостовой придаток с маленькими, направленными назад и чрезвычайно далеко отстоящими друг от друга, коготками. Участок от первой пары (дистальных) коготков до плавательных щетинок на конце хвостового придатка по длине совпадает с каудальной иглой новорожденного рачка, развившегося из латентного яйца. Относительная длина первой пары ног этих рачков также одинакова.

Сравнение морфологических признаков новорожденных и взрослых особей из различных генераций позволяет считать рачков с четырьмя парами коготков на хвостовом придатке взрослыми самками битотрефа, развившимися из покоящихся яиц (см. таблицу и рисунок, Г). Эти самки первой весенней генерации, хотя

Морфологические признаки *Bythotrephes* различных генераций

Генерация	Длина тела, мм	Длина хвостового придатка, мм	Длина 1-го членика эндоподита 1-й пары ног, мм	Длина хвостовых коготков, мм	Расстояние между коготками, мм	Длина хвостового придатка длина тела	Длина 1-й пары ног длина тела	Длина 1-го членика эндоподита 1-й пары ног длина 3-го членика эндоподита 1-й пары ног
-----------	----------------	-------------------------------	--	------------------------------	--------------------------------	---	----------------------------------	--

Новорожденные рачки

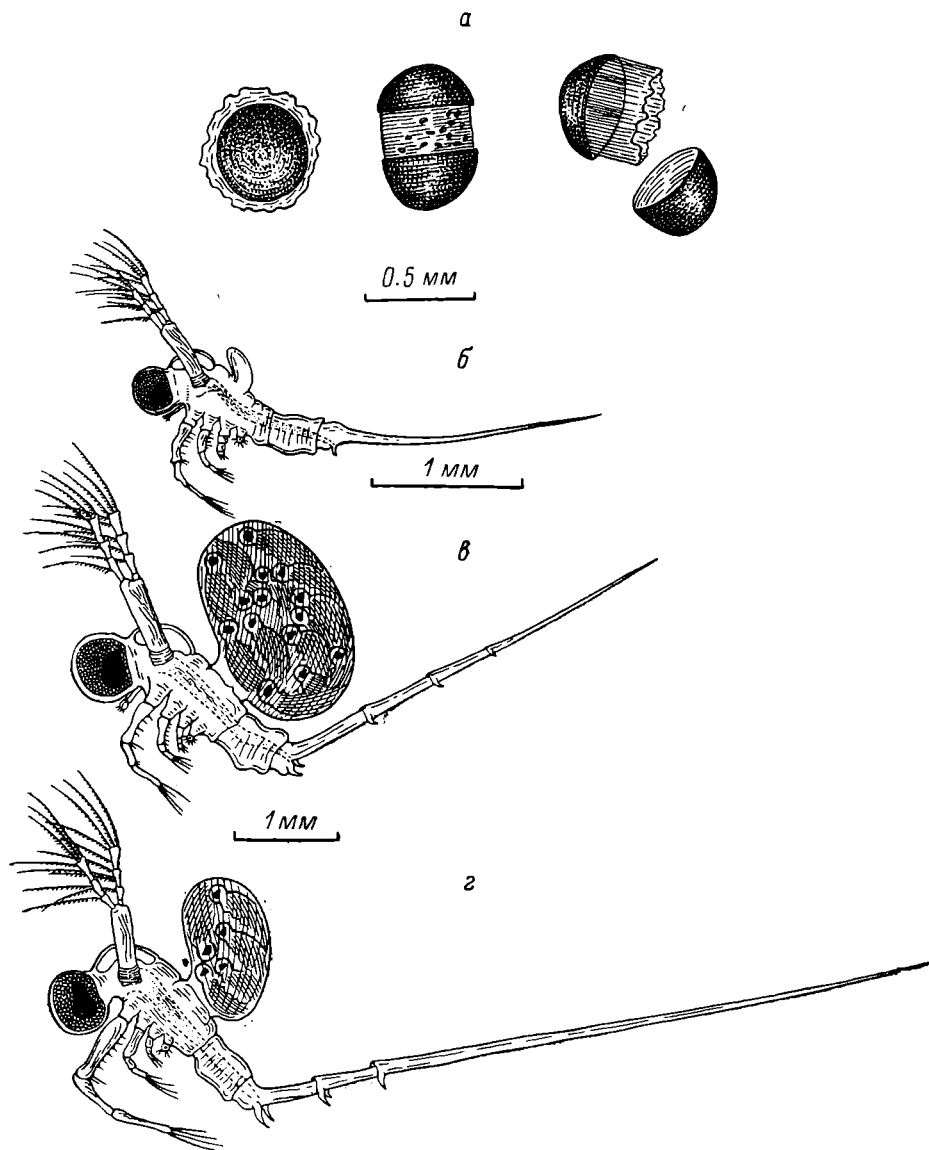
1-я весенняя	1.35	1.80	0.65	0.08		1.40	0.48	0.61
Летняя . . . .	1.55	4.10	1.10	0.18		2.70	0.69	0.82

Взрослые рачки

1-я весенняя	2.35	3.80	1.09	0.12	1.05	1.60	0.50	0.607
Летняя . . . .	2.10	5.50	1.48	0.21	0.52	2.70	0.70	0.82

и имеют меньшие размеры при рождении, растут более интенсивно, и, проходя на одну ростовую линьку больше [7], оказываются крупнее рачков последующих поколений. Известно, что у большинства кладоцер-фильтраторов максимальное количество партеногенетических яиц обычно отмечается весной [3], в периоды же массового развития вида плодовитость снижается. И. К. Ривьер [5] показала, что наибольшую плодовитость в популяции *Daphnia pulex*, *D. longispina*, *D. cucullata* имеют самки, вышедшие из эфиппальных яиц. Аналогичное явление наблюдается и у *B. longimanus*.

У партеногенетических самок битотрефа обычно бывает 4—6 зародышей [4, 6, 8], а их максимальное число — 10 [1, 3, 4, 8].



Латентное яйцо и самки *Bythotrephes* различных генераций.

А — латентное яйцо, Б — рачок первой весенней генерации, развившийся из латентного яйца, Б' — взрослая самка первого весеннего поколения, Г — взрослая самка летней генерации.

У партеногенетических самок с 4 парами коготков на хвостовом придатке отмечена необычайно высокая плодовитость: минимальное количество развивающихся эмбрионов 12, максимальное — 22. Выводковая сумка таких самок достигает гигантских размеров, превосходя объем тела в 2—3 раза.

Таким образом, развитие *B. longimanus* из латентного яйца прямое, но первое весеннее поколение хорошо отличается от последующих по морфологическим и биологическим признакам.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б е н п и г А. Л. Кладоцера Кавказа. Тбилиси, 1941. 383 с.
2. Б у т о р и н а Л. Г. О развитии *Polyphemus pediculus* из латентного яйца. — Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, № 15, с. 29—34.
3. М а н у й л о в а Е. Ф. Ветвистоусые рачки (*Cladocera*) фауны СССР. М.—Л., 1964. 327 с.
4. М о р д у х а й - Б о л т о в с к а я Э. Д. О партеногенетическом размножении *Leptodora kindtii* (Focke) и *Bythotrephes* Leydig. — ДАН СССР, 1957, т. 112, № 6, с. 1133—1135.
5. Р и в е р И. К. Особенности структуры популяций *Daphnia pulex* (De Geer) во временных водоемах в районе Рыбинского водохранилища. — Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, № 20, с. 21—25.
6. F l ö s s n e r D. Kiemen- und Blattfüsser. *Branchiopoda*. — Tierwelt Deutschland, 1972, T. 60. 501 p.
7. I s c h r e y t G. Über Körperbau und Lebensweise des *Bythotrephes Longimanus* Leydig. — Arch. Hydrobiol., 1930, Bd 21, p. 241—324.
8. Z a f f a g n i n i F. Il ciclo reproductivo partenogenetica di *Bythotrephes longimanus* Leydig (*Cladocera, Polyphemidae*). — Riv. Hydrobiol., 1964, vol. 3, № 2—3, p. 97—102.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

П. К. М е л и к о в а, А. Р. Х а л и л о в,  
И. А. А х м е д о в

#### КРАТКАЯ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВАРВАРИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В 1968—1970 гг. нами была выполнена серия гидробиологических, гидрологических и ихтиологических исследований на Варваринском водохранилище. Наблюдения проводились по всему водоему начиная от сбросных вод через турбины Минге-чаурской ГЭС до Варваринской ГЭС.

В период работ ежемесячно в течение 10 дней на каждом стационаре (верхний, средний и нижний участки водоема) измерялись температура воды, глубина и прозрачность. Лов рыбы производился ставными сетями длиной 75 м с ячеей 30 × 30, 42 × 42, 60 × 60 и 70 × 70 мм. Выловленная рыба обрабатывалась по

общепринятой методике [3]. Параллельно на тех же горизонтах брались пробы планктона и бентоса. Количественные пробы зоопланктона собирались процеживанием 50 л воды через сетку из мельничного газа № 68, а качественные пробы — в прибрежной полосе при помощи качественной сети. Пробы подсчитывались под микроскопом типа МБИ-1 при помощи камеры Богорова и штемпель-пипетки. Качественные пробы бентоса собирались сачком, количественные — дночерпателем Петерсена 1/40 м<sup>2</sup>. На каждой станции брались по две пробы дночерпателем, содержимое которых промывалось в сачке. Собранный материал фиксировался 75%-м спиртом и 4%-м формалином.

Варваринское водохранилище имеет площадь 21.9 км<sup>2</sup>, объем — 62.7 млн м<sup>3</sup>. Длина водоема — 20 км, средняя ширина — 1.1 км, минимальная — 0.15 км, максимальная — 2 км. Средняя глубина водохранилища колеблется от 2 до 9 м (минимальная — 0.5, максимальная — 17.8 м).

Скорость течения на верхнем участке не превышает 1.7 м/сек., на среднем — 0.9, нижнем — 0.6 м/сек. Расход воды варьировал в пределах 114.0—656.2 м<sup>3</sup>/сек. Уровень сработки воды в течение года колеблется в небольших пределах — 0.2—1.0 м. Повышение уровня водохранилища происходит за счет сброса воды Мингечаурской ГЭС. Температурный режим Варваринского водохранилища при существенных сезонных колебаниях в период исследований (от 5.8 до 30.4°) в целом по водоему из года в год достаточно постоянен. Различия в температуре между отдельными участками водохранилища не превышают 1.5°. Невелики и суточные вариации температуры воды в прибрежной зоне водоема — 1—1.8°.

Прозрачность воды в водохранилище колеблется от 0.30 до 2.75 м. Последние цифры характерны для верхней части водоема. По минерализации воды водоем относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы [1].

В результате проведенных ихтиологических исследований установлено, что до 1967 г. в водохранилище обитало 23 вида рыб: куринский лосось, вобла, жерех, голавль, линь, подуст, пескарь, храмуля, усач-чанари, шемая, закавказская уклейка, куринская уклейка, быстрянка, белоглазка, лещ, горчак, сазан, густера, голец, щиповка обыкновенная, сом, гамбузия, судак и 2 гибрида — вобла × лещ и вобла × подуст. Состав ихтиофауны с 1968 по 1970 г. пополнился 6 новыми видами: черномровка, красноперка, чехонь, щука, золотистая щиповка и белый амур. Последний вид акклиматизирован в водохранилище с 1969 г. и дал положительный результат. Основу улова составляют вобла (38.2%), сазан (27.4%), лещ (19.3%), остальная рыба (судак, жерех, сом и усач-чанари) не превышает 10.7% от всего улова.

В популяциях рыб Варваринского водохранилища доминируют средние возрастные группы. Развитие половых продуктов рыб Варваринского водохранилища происходит рано в связи с быстрым прогреванием воды. Большинство рыб обладает стабильным ростом.



Состояние запасов воблы, леща и сазана — основных промысловых рыб водохранилища, вполне удовлетворительно, о чем свидетельствует постоянство уловов, стабильный темп роста и анализ возрастного состава.

Наличие в водохранилище жесткой растительности значительно ограничивает нагульную площадь рыб и снижает ее рыбопродуктивность. С целью ежегодного повышения рыбопродуктивности водоема на 2000 ц необходимо очистить его от жесткой растительности.

В бентофауне водохранилища в первый год его существования найдено 25 видов и форм [2]. В 1967—1970 гг. обнаружено 104 вида и формы: простейшие — 1, кишечнополостные — 2, олигохеты — 8, пиявки — 3, мшанки — 3, моллюски — 8, остракоды — 1, бокоплав — 1, мизиды — 1, клещи — 3, стрекозы — 8, поденки — 6, ручейники — 2, чешуекрылые — 2, клопы — 46, жуки — 9, двукрылые — 2, хирономиды — 37, гелеиды — 2. Основная группа зообентоса — личинки хирономид, которые составляют 35.6% всей фауны, затем жуки — 8.6% и личинки стрекоз — 7.6%. В верхнем участке найдено 38 видов донных животных, в среднем — 84, в нижнем — 67. В бентосе среднего и нижнего участков доминируют в основном фитофильные формы, в верхнем обитают типичные литореофилы, что объясняется наличием каменистого грунта и течения воды. За период исследования наблюдалось увеличение состава донной фауны из года в год, причем в основном за счет видов, обитающих среди водной растительности. В последние годы отмечалось незначительное увеличение численности и биомассы донных животных преимущественно за счет олигохет, бокоплавов, личинок стрекоз и хирономид. Так, биомасса олигохет в 1967 г. равнялась  $0.61 \text{ г/м}^2$ , в 1968 г. —  $0.61$ , в 1965 г. —  $0.67$ , в 1970 г. —  $0.77 \text{ г/м}^2$ . Подобная закономерность наблюдалась у стрекоз, бокоплавов<sup>1</sup> и хирономид.

Наибольшую биомассу отдельные группы бентоса составляли зимой и осенью, наименьшую — весной и летом, что можно объяснить усиленным потреблением бентических организмов рыбами, а также вылетом насекомых. Так, в апреле 1970 г. количество вылетающих поденок составляло 12 экз. на  $1 \text{ м}^2$ , ручейников — 10 экз.

Среди личинок хирономид по биомассе доминируют личинки *Polypedium* ex. gr. *nubeculosum* (до  $0.77 \text{ г/м}^2$ ), *Chironomus* f. l. *plumosus* (до  $0.58 \text{ г/м}^2$ ), *Pelopia punctipennis* (до  $0.29 \text{ г/м}^2$ ), *Procladius* (до  $0.37 \text{ г/м}^2$ ) и др. Довольно много моллюсков и личинок водновоздушных насекомых, большинство из которых — типичные фитофилы.

Таким образом, общая биомасса донной фауны для всей площади водохранилища составляла в 1967 г. 181.4 т, в 1970 г. — 208.6 т, в среднем ее показатели на 1 га равнялись 84.7—97.5 кг.

<sup>1</sup> Бокоплав — интродуцирован в водохранилище в 1960 г.

Кормовая база рыб Варваринского водохранилища в настоящее время находится в благоприятном состоянии.

В 1967—1970 гг. в водохранилище обнаружено 59 видов и форм зоопланктонных организмов, из них коловраток — 36, кладоцер — 13, копепод — 10. Наибольшее видовое разнообразие отмечалось почти постоянно в весенне-летний и осенний периоды. В количественном отношении зоопланктон оказался очень бедным и среднегодовые показатели его в 1967—1970 гг. колебались в пределах  $0.1—0.3 \text{ г/м}^3$  при численности 8—27 тыс. экз. на  $1 \text{ м}^3$ . Наибольшая биомасса зоопланктона отмечалась в 1968 г. зимой ( $0.3 \text{ г/м}^3$ ), в 1969 г. весной ( $0.3 \text{ г/м}^3$ ) и летом ( $0.8 \text{ г/м}^3$ ), в 1970 г. летом ( $0.3 \text{ г/м}^3$ ).

В зоопланктоне наиболее многочисленны веслоногие рачки: от 33.3 до 96.5% всей биомассы приходится на их долю. Высокие показатели биомассы совпадают с периодом размножения планктонных рачков, попадающих сюда из Мингечаурского водохранилища. Организмы, живущие и размножающиеся в самом водохранилище среди водной растительности (коловратки и неполовозрелые циклопы), очень мелки и в создании биомассы заметной роли не играют.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алекпп О. А. Гидрохимия рек СССР. Л., 1948. 203 с.
2. К а с ы м о в А. Г. К изучению флоры и фауны Варваринского водохранилища. — Изв. АН АзССР, сер. биол. и мед. наук, 1961, № 5, с. 17—23.
3. П р а в д и н И. Ф. Руководство по изучению рыб. Л., 1939. 245 с.

Мингечаурская лаборатория  
биологии водохранилищ  
Института зоологии АН АзССР

---

А. В. С т е р л и г о в, Г. В. Ю ш к о в а,  
Г. Е. Н о в о с е л ь ц е в

#### ПИТАНИЕ И ПИЩЕВЫЕ ПОТРЕБНОСТИ СЕГОЛЕТКОВ ЯМНОГО СИГА В ОЗЕРНОМ ПИТОМНИКЕ

Ямный сиг обитает на больших глубинах крупных северных озер. В литературе он известен как узкий стенобионт [6, 11]. Взрослые сиги этой формы являются бентофагами. В Онежском и Ладожском озерах их пища состоит из реликтовых ракообразных, личинок хирономид и моллюсков [1—3, 6, 13, 14]. Опубликованных сведений о питании молоди нет.

С целью выяснения возможности искусственного разведения ладожского ямного сига «валаамки» в 1971 г. собрана его икра [8], которая инкубировалась заводским методом. Молодь выращивалась в озерном питомнике Пиоржуламба (площадь  $0.62 \text{ га}$ ,

максимальная глубина 3.9 м, средняя — 1.9 м). Биомасса зообентоса составляла 10 г/м<sup>2</sup>, зоопланктона — 4—7 г/м<sup>3</sup>.

Питание изучалось по общепринятой методике. Всего исследовано 91 желудок. Рацион, энергетические коэффициенты ( $K_1$  и  $K_2$ ), кормовые коэффициенты ( $KK$ ) рассчитаны на основании балансового равенства [5]. Величину коэффициента полезного действия системы определяли по А. Ф. Алимову и Н. П. Финогововой [4]. Калорийность 1 г рыбы принималась за 1000 кал., кормовых организмов — за 418 кал. [12].

Личинки ямного сига средним весом 13 мг, длиной 12.4 мм питались довольно интенсивно: индекс наполнения пищеварительных трактов равнялся 151‰. Они потребляли преимущественно науплиальные и копеоподитные стадии *Cyclopidae* (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Состав пищи сеголетков ямного сига в оз. Пиоржуламба, % от веса

Пищевые компоненты	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
<i>Sida cristallina</i> . . . . .	—	—	2.00	0.36	—
<i>Diaphanosoma brachiurum</i> . . .	0.08	—	18.00	—	—
<i>Daphnia longispina</i> . . . . .	—	—	0.30	—	—
<i>D. cristata</i> . . . . .	—	—	—	—	0.0004
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> . . . . .	—	—	0.80	53.00	—
<i>Eurycerus lamellatus</i> . . . . .	—	—	—	0.03	—
<i>Acroperus harpae</i> . . . . .	—	—	—	0.07	—
<i>Chydorus sphaericus</i> . . . . .	—	—	—	0.003	0.002
<i>Alona affinis</i> . . . . .	—	—	—	—	0.004
<i>Bosmina obtusirostris</i> . . . . .	0.80	78.00	36.00	0.24	54.00
<i>B. kessleri</i> . . . . .	21.00	—	—	—	—
<i>Leptodora kindtii</i> . . . . .	—	—	0.30	—	—
Науплии <i>Cyclopidae</i> . . . . .	8.12	—	—	—	—
Копеоподиты <i>Cyclopidae</i> . . . .	69.00	—	0.01	12.20	—
<i>Cyclops</i> sp. . . . .	—	—	—	—	0.004
Копеоподиты <i>Calanoidae</i> . . . .	—	—	—	22.20	—
<i>Conochilus unicornis</i> . . . . .	—	—	—	—	6.00
Личинки <i>Chironomidae</i> . . . . .	1.00	7.00	16.00	4.00	15.00
Куколки <i>Chironomidae</i> . . . . .	—	7.00	0.60	—	3.20
Личинки <i>Ephemeroptera</i> . . . . .	—	6.80	26.00	—	3.20
Личинки <i>Odonata</i> . . . . .	—	1.00	—	—	6.20
<i>Hemiptera</i> . . . . .	—	—	—	—	2.00
<i>Hymenoptera</i> . . . . .	—	—	—	—	8.15
Водоросли . . . . .	—	0.20	—	7.90	0.04
Растительные остатки . . . . .	—	—	—	—	2.00

В июне при среднем весе 3.3 г и длине 6.2 см накормленность была значительно меньше (67‰). Доминирующее положение в питании занимала *Bosmina obtusirostris* — 78% по весу. Кроме того, в пище встречены личинки хирономид и поденок. Спектр питания

сеголетков в июле (средний вес 10 г, длина 9.3 см) расширился в основном за счет кладоцер, среди которых ведущая роль по-прежнему принадлежала босмине (36% по весу). Общий индекс наполнения кишечника составлял  $64\%_{000}$ . Спустя месяц, в августе, сеголетки достигли веса в среднем 15.6 г, длины 11 см. Индекс наполнения пищеварительных трактов снизился до  $38\%_{000}$ . В пищевом комке преобладающей стала периодафия (53% по весу). В октябре при среднем весе 23 г и длине 14.3 см сеголетки поедали разнообразных, доступных по размерам обитателей водоема. Увеличилась роль бентосных организмов (до 30% по весу). Однако в пище все же доминировали босмины. В качестве объектов питания отмечались в этот период также воздушные насекомые и коловратки.

Эффективность использования энергии пищи на рост с возрастом сеголетков снижается (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Энергетический баланс молоди ямного сига в оз. Пиоржуламба (1972 г.)

	Рацион		Траты на обмен, ккал.	Ассимилированная пища, ккал.	Прирост ккал.	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	КК	КПД
	ккал.	% к весу тела							
27 V—27 VI	9.1	42.5	4.0	7.3	3.3	36.0	45.0	7	82.0
28 VI—18 VII	29.1	50.0	16.5	23.3	6.8	23.4	29.2	10	41.0
19 VII—29 VIII	49.1	22.0	33.2	39.3	6.1	12.4	15.5	19	18.0
30 VIII—19 X	31.5	7.5	18.2	25.2	7.0	22.2	27.8	10	39.0

Это характерно и для других видов рыб в ранние периоды жизни [5, 9, 10, 12]. В то же время величины кормового коэффициента возрастают — от 7 до 10. Резкое снижение  $K_2$  в июле—августе и связанное с этим увеличение кормового коэффициента (до 19) обусловлены возрастанием затрат на функциональный обмен, о чем свидетельствует невысокий показатель КПД — 18%. По мере увеличения веса сеголетков повышаются абсолютные величины потребленной ими пищи, а относительный суточный рацион падает с 40—50 (в июне—июле) до 7.5% (октябрь). За период выращивания рацион одного сеголетка был равен 284 г, из них 70% приходилось на зоопланктон, 22% — на зообентос. Прочая пища составила 8% рациона (табл. 3).

Исследования показали, что несмотря на специфическую экологию и биологические особенности, свойственные ямному сигу в естественном ареале обитания, молодь в озерных питомниках проявляет высокую пластичность в выборе кормовых объектов и до-

Энергетические и пищевые потребности сеголетка ямного сига, выращенного в оз. Пиоржуламба (1972 г.)

	Планктон		Бентос		Прочая пища		Общий рацион	
	ккал.	г	ккал.	г	ккал.	г	ккал.	г
27 V—27 VI	6.3	17.0	2.8	4.8	—	—	9.1	21.8
28 VI—18 VII	16.7	39.9	12.3	29.6	—	—	29.1	69.5
19 VII—29 VIII	43.2	103.3	2.0	4.7	3.9	9.4	49.1	117.4
30 VIII—19 X	18.9	45.2	9.4	22.6	3.2	7.5	31.5	75.3
Всего . . .	85.1	205.4	26.5	61.7	7.1	16.9	118.8	284.0

вольно эффективно использует энергию пищи на рост. По данным признакам они мало отличаются от других форм (лудога, сунский, пясозерский, чудской сига), выращиваемых в сходных условиях. Все это позволяет рекомендовать ямного сига в качестве объекта рыбоводных мероприятий для массового подрачивания посадочного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Александров Б. М. К вопросу о влиянии температуры и кормовых условий на распределение рыб-бентофагов в Онежском озере. — В кн.: Рыбное хозяйство Карелии. Петрозаводск, 1964, вып. 8, с. 87—103.
2. Александров Б. М. О питании и местах нагула бентосоядных рыб в Онежском озере. — VI сессия Ученого совета по проблеме «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Карелии». Петрозаводск, 1966, с. 69—70.
3. Александров Б. М. О составе пищи бентосоядных рыб Онежского озера. — В кн.: Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Петрозаводск, 1969, вып. 4, с. 106—111.
4. Алпимов А. Ф., Финогенова Н. П. Биоценозы и продуктивность бентоса. — Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1975, т. 56, вып. 1, с. 156—195.
5. Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск, 1956, с. 141—241.
6. Герд С. В. Особенности питания подвидов *Coregonus lavaretus* Онежского озера. — Тр. Карельск. филиала ВНИОРХ, 1951, т. 3, с. 89—94.
7. Гордеева Л. Н., Заболотский А. А. Кормовые ресурсы озер-питомников и их использование молодью различных форм сига. — Тез. докл. науч. конф. биол. Карелии, посвященной 50-летию образования СССР. Петрозаводск, 1972, с. 247—248.
8. Дятлов М. А., Стерлигов А. В. О биологии ямного сига Ладожского озера в нерестовый период. — Тез. отчетной сессии Учен. совета СевНИОРХа по итогам науч.-исслед. работ за 1971 г. Петрозаводск, 1972, с. 89—90.

9. М е л ь н и ч у к Г. Л. Интенсивность обмена у молоди леща, плотвы, сазана и судака. — Гидробиол. журн., 1969, т. 6, № 5, с. 66—71.
10. М е л ь н и ч у к Г. Л. Пищевые потребности и баланс энергии молоди леща, плотвы, густеры, синца и судака Кременчугского водохранилища. — В кн.: Пищевые потребности и баланс энергии у рыб. Киев, 1973, с. 50—118.
11. П р а в д и н И. Ф. Сиги водоемов Карело-Финской ССР. М.—Л., 1954. 324 с.
12. Р ы ж к о в Л. П. Обмен веществ у пеляди и карпа, акклиматизируемых в Карелии. — В кн.: Рыбное хозяйство Карелии. Петрозаводск, 1970, вып. 9, с. 20—58.
13. С а л ь д а у М. П. О питании слягов Ладожского озера в связи с донными кормовыми ресурсами. — Изв. ВНИОРХ, 1940, т. 23, вып. 2, с. 119—144.
14. J a a s k e l a i n e n V. Om fiskarna och fisket i Ladoga. — Finlands Fiskerier, 1917, № 4, p. 249—332.

Северный научно-исследовательский  
институт озерного и речного  
рыбного хозяйства

---

В. Г. Д а в ы д о в

#### РЕАКЦИЯ ТКАНЕЙ ХОЗЯИНА ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПРИКРЕПЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЦЕСТОД

Разнообразие способов прикрепления ленточных червей определяет различные тканевые реакции со стороны их хозяев. По сравнительному изучению патоморфологических изменений при разных способах прикрепления имеются лишь отдельные работы [6, 8]. Цель нашей работы — изучение тканевых реакций, возникающих в результате фиксации цестод крючьями и ботриями. Объектами исследования послужили паразиты кишечника щуки *Triaenophorus nodulosus* и *T. crassus*, сколекс которых вооружен хитиновыми крючьями, а также *Eubothrium rugosum* из кишечника налима и паразит карповых *Bothriocephalus gowkongensis*, прикрепляющиеся с помощью ботрий.

Участки кишечника с прикрепленными червями фиксировались в жидкости Буэна. Парафиновые срезы (7 мкм) окрашивались гематоксилин-эозином и паральдегид-фуксином.

*T. nodulosus* локализуется по всей длине среднего отдела кишечника щуки. Сколекс паразита внедряется несколько ниже основания кишечных ворсинок, достигая подслизистого слоя. Крючья закрепляются в слизистой оболочке ворсинок, их поверхность подвергается значительным изменениям лишь в местах непосредственного контакта со сколексом и стробилой. В результате механического сдавливания паразитом слизистой происходит дегенерация и разрушение клеток. Пространство между паразитом и тканью хозяина заполнено клеточным детритом, свободно лежащими ядрами и эритроцитами. Вокруг передней части ско-

лекса образуется тонкостенная (2—3 слоя клеток) фибробластическая капсула. Подслизистый слой кишечника в области прикрепления паразита содержит значительное количество макрофагов, фибробластов и плазматических клеток.

Локализация *T. crassus* ограничивается передним участком среднего отдела кишечника. В месте его прикрепления образуются крупные выросты высотой от 3 до 5 мм и диаметром до 10 мм, на срезах представляющие собой мощное фиброзное разрастание, в центре которого располагается сколекс. Кишечные ворсинки на этом участке в 5—10 раз меньше, чем в других отделах кишечника. Фиброзный вырост образуется в результате разрастания подслизистой оболочки и ее мышечной пластины. В его ретикулярной сети локализуется на разных стадиях развития множество макрофагов, плазматических клеток, фибробластов. Ткань фиброзного выроста пронизана большим количеством кровеносных капилляров. Вокруг сколекса образуется рыхлая капсула, состоящая из удлиненных фибробластов с расположенными между ними макрофагами и плазматическими клетками.

*E. rugosum*, как правило, локализуется в пилорических придатках, а в полости кишечника находятся только задние участки стробилы. Прикрепление паразита осуществляется путем захвата ботриями участка слизистой у основания кишечных ворсинок, что вызывает деформацию и разрушение клеток. При низкой интенсивности заражения слизистая оболочка пилорических придатков не претерпевает видимых изменений. Сильная инвазия вызывает значительные патологические изменения слизистой по всей длине пилорического придатка. Происходит уменьшение величины ворсинок почти в 3 раза, катаральное воспаление, отторжение клеток слизистой оболочки вплоть до полного сдвигивания. В центральной части сколекса расположена масса секреторных клеток, свободно лежащих в паренхиме. Клетки округлые, 4—9 мкм в диаметре, с длинными слабоизвитыми протоками, открывающимися в основном в области теменной пластинки. Секрет мелкогранулированный, интенсивно заполняет клетки и их протоки.

Способ прикрепления *B. gowkongensis* аналогичен таковому *E. rugosum*. Реакция слизистой при сильной инвазии более выражена и распространяется на значительную часть кишечника. Сколекс паразита содержит большое количество секреторных клеток, которые образуют широкое кольцо в передней его части и четыре отходящих ветви, располагающиеся по краям ботрий. Основная масса коротких широких протоков открывается на теменной пластинке. Клетки округлые, крупные, 15—24 мкм в диаметре. Секрет мелкогранулированный, заполняет клетки и протоки.

Результаты исследований показывают, что фиксация *T. nodulosus* и *T. crassus* при различной степени инвазии вызывает воспалительную реакцию тканей кишечника щуки, сопровождающуюся деформацией и разрушением клеток слизистой оболочки, разрывом кровеносных сосудов, скоплением в очаге поражения

макрофагов, плазматических клеток и фибробластов. Сходные данные по гистологии прикрепления *T. nodulosus* получены и другими авторами [7]. Различия в патоморфологических изменениях, вызываемых этими видами, проявляется в основном в интенсивности воспалительной реакции. Крючья *T. nodulosus* вдвое меньше, чем у *T. crassus*. Они не вызывают существенного разрушения ткани, а также обуславливают менее прочное прикрепление, что, по-видимому, способствует смене локализации. *T. nodulosus* является одногодичным паразитом и весной полностью отторгается, тогда как *T. crassus* способен к восстановлению стробилы [3]. Продолжительное пребывание *T. crassus* в кишечнике, его мощные крючья, обеспечивающие очень прочную постоянную фиксацию, приводят, вероятно, к значительному фибробластическому разрастанию в месте прикрепления паразита.

Фиксация *E. rugosum* и *B. gowkongensis* при слабой инвазии приводит к незначительному разрушению слизистой оболочки в участках, захваченных ботриями. Способ прикрепления ботриями, по-видимому, не приводит к глубоким изменениям слизистой. Однако при сильной инвазии *E. rugosum* вся слизистая оболочка пилорических придатков подвергается патологическим изменениям вплоть до полного слущивания. Сильная инвазия *B. gowkongensis* способствует поражению значительной части слизистой всего кишечника, лизису клеток, образованию очагов некроза.

Таким образом, наблюдаемое разрушение слизистой оболочки вызывается не способом прикрепления этих паразитов, а, вероятно, их химическим воздействием на ткани хозяина. По данным некоторых исследований, у цестод отмечается наличие протеолитических и амилалитических ферментов [2, 5]. В сколексах *E. rugosum* и *B. gowkongensis* удалось выявить большое количество железистых клеток, у *T. nodulosus* и *T. crassus* они не обнаружены. Можно предположить, что секрет желез содержит большое количество этих ферментов. В сколексе *B. gowkongensis* имеется более развитый, чем у *E. rugosum*, железистый аппарат, что и обуславливает, вероятно, его большую патогенность, приводящую, по наблюдениям многих авторов [1, 2, 4], к массовой гибели карповых рыб.

Таким образом, фиксация цестод с помощью крючьев вызывает более сильную воспалительную реакцию, чем прикрепление ботриями. Патологические изменения кишечника вызываются не только прикрепительными аппаратами, но и активным химическим воздействием паразитов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бауер О. Н., Мусселлус В. А., Стрелков Ю. А. Болезни прудовых рыб. М., 1969. 335 с.
2. Давыдов О. Н., Куровская Л. Я., Стражник Л. В. Об углеводном питании цестоды *Bothriocephalus gowkongensis*. — Гидробиол. журн., 1973, т. 9, № 6, с. 67—74.



3. Куперман Б. И. Ленточные черви рода *Triaenophorus* — паразиты рыб. Л., 1973. 207 с.
4. Мусселиус-Богоявленская В. А. Паразиты и болезни растительноядных рыб Дальневосточного комплекса в прудовых хозяйствах СССР. Автореф. дис. Л., ЗИН АН СССР, 1970, с. 1—31.
5. Kwa B. H. Studies on the Sparganum of *Spirometra erinacei*. II. Proteolytic enzyme in the scolex. — *Internat. J. Parasitol.*, 1972, vol. 2, № 1, p. 29—33.
6. Mackiewicz J. S., Cosgrove G. E., Gude W. D. Relationship of pathology to scolex morphology among caryophyllid cestodes. — *J. Parasitenk.*, 1972, vol. 39, № 3, p. 233—246.
7. Schauring L. Studien on Fischparasiten. I. *Triaenophorus nobulosus* (Pall.) Rub. and die durch ihn im Fischkörper hervorgerufenen pathologischen Veränderungen. — *Ztschr. Fischerei*, 1923, vol. 22, p. 93—204.
8. Viscar A. H. The ultrastructure of the parasite-host interface of three tetraphyllidean tapeworms of the elasmobranch *Raja naevus*. — *Parasitol.*, 1972, vol. 65, № 1, p. 77—78.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. И. Козловская

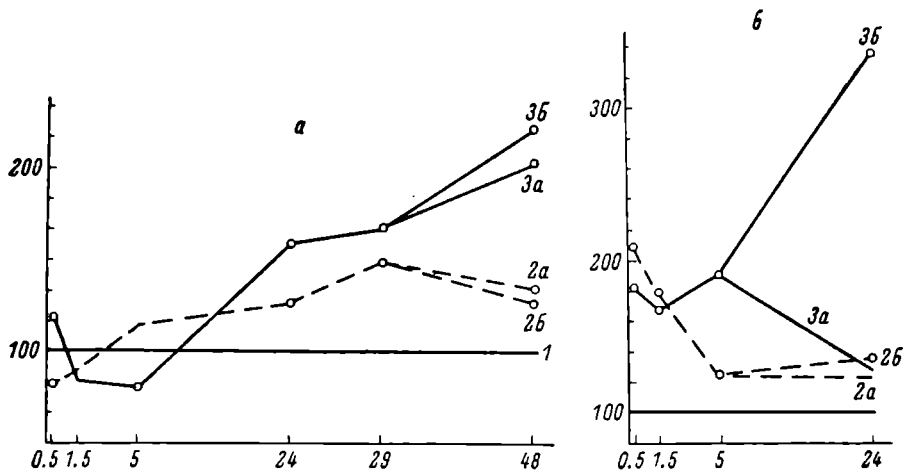
#### ИЗМЕНЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЖАБР КАРАСЯ ПРИ ОТРАВЛЕНИИ ХЛОРОФОСОМ И ДЕТЕРГЕНТОМ «ЛОТОС-71»

При отравлении рыб как неорганическими, так и органическими пестицидами в жаберном аппарате появляются однотипные морфологические изменения [3, 4]. Выявленная неспецифичность в патоморфологической картине отравлений обусловлена тем, что общие гистологические методики не позволяют наблюдать первичных изменений, ответственных за развитие патологического процесса.

Цель нашей работы — проследить связывание жабрами витальных красителей, так как по изменению сорбционной способности раньше, чем по каким-либо другим показателям, можно судить о функциональных сдвигах или нарушениях в клетках.

Исследования проводили с двумя токсикантами, имеющими различную химическую природу: хлорофос (0,0-диметил-2,2,2-трихлороксиэтилфосфонат), широко применяемый инсектицид — 80%-й технический препарат, и «Лотос-71» (анионоактивный детергент) — стиральный порошок. Используемые концентрации токсикантов (хлорофос — 275 мг/л, «Лотос-71» — 325 мг/л) вызывали 50%-ю гибель подопытных особей. В токсической среде рыбы находились 24 часа, затем их пересаживали в аквариум с проточной водой. В течение всего опыта по мере проявления симптомов отравления у рыб вычленились жабры, которые окрашивались 30 мин. витальными красителями, приготовленными

на растворе Рингера: 0.02%-й нейтральный красный (основной краситель) и 0.03%-й феноловый красный (кислотный). Красители экстрагировались подкисленным спиртом. Спиртовые вытяжки колориметрировались на ФЭК-56М, а жабы высушивались до постоянного веса. Количество связанного тканью красителя выражалось в условных единицах — величиной экстинкции раствора, отнесенной к сухому весу жабр. Полученные данные обрабатывались статистически по методу Стьюдента. Средняя арифметическая величина вычислялась по 10 наблюдениям.



Связывание витальных красителей жабрами карася при отравлении хлорофосом (А) и детергентом «Лотос-71» (Б).

1 — контроль, 2а — сорбция фенолового красного у рыб, переживших отравление, 2б — сорбция фенолового красного у погибших рыб, 3а — сорбция нейтрального красного у рыб, переживших отравление, 3б — сорбция нейтрального красного у погибших рыб, точки в кружках — различие между опытом и контролем достоверно. По оси ординат — связывание красителей, % к контролю, принятому за 100%; по оси абсцисс — время опыта, часы.

В эксперименте с хлорофосом изменение сорбции витальных красителей отмечается до появления симптомов отравления. Через 30 мин. после помещения рыб в аквариум с токсикантом сорбция нейтрального красного у подопытных рыб составляла 122.5%, а фенолового красного — 79.2% (см. рисунок). Увеличение связывания основного красителя и ослабление сорбции кислотного свидетельствуют об изменении кислотности протоплазмы [5]. Сдвиг pH протоплазмы клеток жабр, вероятно, обусловлен разложением хлорофоса [2]. В течение следующего часа у рыб наблюдается повышение раздражимости: даже слабое прикосновение к аквариуму вызывает у них бурную двигательную реакцию. При этом сорбция нейтрального красного снижается, а фенолового красного незначительно увеличивается, но по-прежнему остается ниже контрольного уровня. Через 5 час. стадия повышенной раздражимости сменяется стадией торможения:

рыбы почти не реагируют на раздражение (прикосновение, сильный стук по аквариуму). Связывание жабрами нейтрального красного остается на прежнем уровне, а фенолового красного увеличивается.

Вероятно, ослабление связывания нейтрального красного происходит из-за накопления ацетилхолина, поскольку хлорофос является антихолинэстеразным соединением. Аналогичные изменения сорбции нейтрального красного описаны на ретракторах мидий и голотурий [7], а также на мантийных мышцах черноморских мидий [8] в присутствии высоких концентраций экзогенного ацетилхолина. Есть предположение, что ослабление связывания нейтрального красного в опытах с ацетилхолином обусловлено конкурентными отношениями, возникающими в живой ткани между ацетилхолином и нейтральным красным [8]. В пользу предположения о накоплении в жабрах карася ацетилхолина свидетельствуют и наблюдения за изменением сорбции фенолового красного. В конце стадии повышенной возбудимости связывание этого красителя возрастает. Аналогичное усиление сорбции фенолового красного при действии ацетилхолина в концентрации  $1.5 \cdot 10^{-3}\%$  получено на ретракторах голотурий [7].

В последующие часы опыта наблюдается нарушение рефлекса равновесия: реакция на раздражение выражена слабо или совсем отсутствует. Сорбция красителей возрастает, особенно нейтрального красного — 171.2% через 24 часа. Повышенное связывание красителей в эксперименте сохраняется и после пересадки рыб в проточную воду. С точки зрения денатурационной теории возбуждения и повреждения [5] наблюдаемое усиление связывания красителей обусловлено субстанционными изменениями белков протоплазмы, лежащими в основе паранекротических изменений клеток.

Гибель рыб в опытах с хлорофосом происходит на 2-е сутки. У погибших особей сорбция красителей остается на прежнем уровне, у переживших отравление связывание красителей жабрами постепенно нормализуется.

В эксперименте с детергентом изменение сорбции красителей протекает иначе. Связывания красителей в количествах, меньших контрольных, не наблюдалось. Характерным симптомом при отравлении детергентом является обильное выделение слизи, наблюдающееся уже через 30 мин. после помещения карасей в аквариум с токсикантом. В это время значительно увеличивается сорбция основного и кислотного красителей (см. рисунок). В последующие часы поглощение жабрами фенолового красного резко снижается. Через 5 час. после помещения рыб в аквариум с детергентом сорбция фенолового красного у опытных рыб больше, чем в контроле, лишь на 18%. Количество связанного жабрами основного красителя меняется незначительно. После некоторого ослабления окрашивания наблюдается усиление сорбции нейтрального красного до 189.4%. Гибель рыб в эксперименте

с детергентом наступает в первые сутки опыта. Сорбция фенолового красного у погибших рыб существенно не отличается от таковой у рыб, переживших отравление, в то время как сорбция нейтрального красного у погибших рыб резко возрастает — 337.9%.

Относительно причин изменения окрашивания можно высказать лишь предположения. Известно, что усиление окрашивания основными красителями может происходить за счет распада нуклеопротеидов, протекающего с образованием свободных нуклеиновых кислот, легко связывающихся с основными красителями [1, 6]. Кроме того, для выделения нуклеиновых кислот из нуклеопротеидов используются анионные детергенты [6].

Таким образом, хлорофос и детергент «Лотос-71» вызывают в жабрах карася различные изменения. В эксперименте с хлорофосом имеется первоначальный период, характеризующийся пониженной сорбцией красителя и свидетельствующий об отсутствии в это время процессов денатурации. «Лотос-71» вызывает появление паранекротических изменений в первые часы опыта.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Виноградова А. Н., Джамусова Т. А. Исследование субстанциональных и функциональных изменений ретрактора фасколозоми при длительном температурном воздействии. — Цитол., 1963, т. 5, № 3, с. 279—286.
2. Майер-Боден Г. Остатки пестицидов. М., 1966. 350 с.
3. Межинин Ф. И. Патологические изменения органов и тканей гуппи (*Lebistes reticulatus* P.) при остром экспериментальном отравлении полихлорпиненом, фенолом и при повышенной солевой нагрузке. — В кн.: Влияние фенола на гидробионтов. Л., 1973, с. 53—66.
4. Метелев В. В., Канаев А. И., Дзасохова Н. Г. Водная токсикология. М., 1971. 247 с.
5. Насонов Д. Н. Местная реакция протоплазмы и распространяющееся возбуждение. М.—Л., 1959. 434 с.
6. Немчинская В. Л. Связывание красителей нативной и денатурированной дезоксирибонуклеиновой кислотой и ядерными нуклеопротеидами. — В кн.: Вопросы цитологии и протистологии. М.—Л., 1960, с. 134—140.
7. Семеновко Э. П., Сафонова Т. А. Связывание основных и кислотных красителей мышцами беспозвоночных животных при действии различных агентов. — В кн.: Нервная система. Л., 1965, вып. 6, с. 68—71.
8. Суздальская И. П. Связывание некоторых прижизненных красителей мантийными мышцами мидии при альтерации. — Цитол., 1966, т. 8, № 5, с. 621—628.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ  
НА ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНУЮ  
НЕЙРОСЕКРЕТОРНУЮ СИСТЕМУ МОЛОДИ КРАСНОЙ  
(*ONCORHYNCHUS NERKA* WALB.)

Действие температурного фактора среды на гипоталамо-гипофизарную нейросекреторную систему (ГГНС) изучалось в основном на амфибиях и млекопитающих [1, 2]. Исследования такого рода, выполненные на рыбах, единичны [3—5]. Между тем из приведенных работ следует, что функционирование ГГНС находится в определенной зависимости от температуры окружающей среды.

Цель настоящей работы — выяснение действия низких температур на функциональную активность ГГНС лососевых рыб.

Материалом для исследований служила молодь красной нерки (*Oncorhynchus nerka* Walb.) из оз. Азабачье (Камчатка). Было взято 60 особей в возрасте 0+, средний вес которых равнялся 3 г, длина 70 мм. Рыбы, отловленные при температуре 16°, до начала эксперимента помещались на 5 дней в 5-литровые стеклянные аквариумы, которые затем с подопытными рыбами ставились в специальный холодильник, где вода через 18 час. охлаждалась до 8°. Такая температура поддерживалась на протяжении 10 суток опыта. Условия содержания контрольных рыб в течение этого времени не изменялись.

Материал для исследований — мозг и гипофиз нерки — брался в эксперименте на 1-е, 2-е, 4-е и 10-е сутки, в контроле — на 1-е и 10-е сутки, фиксировался по Буэну, парафиновые срезы (5 мкм) окрашивались паральдегид-фуксином по Гомори—Габу с докраской азокармином. Количественная оценка содержания нейросекрета во всех отделах ГГНС производилась визуально по 5-балльной шкале на серийных срезах мозга и гипофиза.

ГГНС нерки в возрасте 0+ полностью сформирована. Красная относится к той группе костистых рыб, которая наряду с преоптическим ядром (ПЯ) имеет и латеральное ядро (ЛЯ) серого бугра. Так как изменения в клетках ЛЯ аналогичны таковым в ПЯ, но выражены слабее, нами в дальнейшем будет анализироваться лишь состояние нейросекреторных клеток (НСК) преоптического ядра.

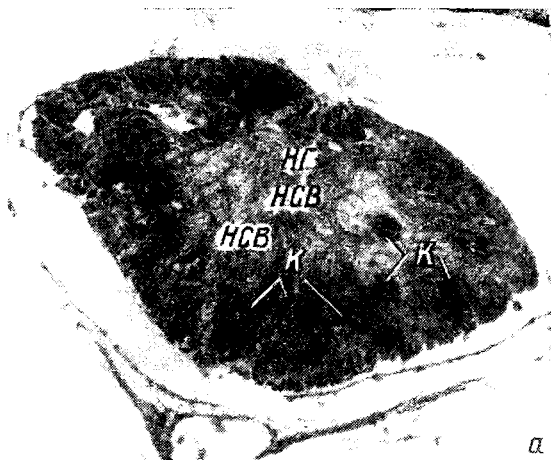
Клетки ПЯ красной расположены компактно по краям 3-го желудочка мозга, тела их овальные, увеличение размеров проис-

---

Нейрогипофиз красной при длительном охлаждении. Фиксация — Буэн, окраска — паральдегид-фуксин + азокармин; увел. — ок. 7, об. 40.

а — контроль, б — через 1 сутки с начала воздействия, в — через 10 суток с начала воздействия.

НГ — нейрогипофиз, НСВ — нейросекреторное вещество, К — капилляр.



ходит в дорсо-каудальном направлении. Аксоны НСК формируют в области серого бугра 2 пучка гипоталамо-гипофизарного тракта (ГГТР). Нейрогипофиз (НГ) имеет древовидную структуру, корни глубоко внедряются в ткань гипофиза, частично проникая в метаденогипофиз.

У контрольных рыб на протяжении всего опыта ГГНС находится в активном состоянии. В ПЯ чаще всего встречаются клетки с умеренным содержанием секрета (см. таблицу). Форма секретор-

Изменение количества нейросекрета в ГГНС молодки красной под действием длительного охлаждения, баллы

Отдел ГГНС	Контроль	Время эксперимента, сутки			
		1	2	4	10
ПЯ . . . . .	$2.7 \pm 0.5$	$4.0 \pm 0.6$	$3.2 \pm 0.4$	$2.2 \pm 0.3$	$2.8 \pm 0.3$
НГ . . . . .	$2.5 \pm 0.3$	$4.2 \pm 0.2$	$2.8 \pm 0.3$	$2.7 \pm 0.4$	$2.5 \pm 0.5$
ГГТР . . . . .	$1.8 \pm 0.2$	$3.9 \pm 0.4$	$2.5 \pm 0.5$	$1.9 \pm 0.5$	$1.7 \pm 0.3$
Количество рыб	20	10	10	10	10

ных включений варьирует от пылевидных гранул до довольно крупных капель и глыбок, имеющих интенсивную окраску. Цитоплазма НСК содержит мелкие вакуоли. Ядра и ядрышки окрашиваются равномерно. Волокна ГГТР включают небольшое количество каплевидного секрета, рыхло располагающегося по их ходу. Секрет в нейрогипофизе представлен в основном мелкими глыбками, локализованными преимущественно в дистальных отделах и слегка сгущающимися вокруг капилляров (см. рисунок, а).

Через 1 сутки после начала охлаждения и через 6 час. после стабильного пребывания в воде с температурой  $8^{\circ}$  отмечается резкое угнетение функциональной активности ГГНС подопытных рыб. Количество секрета во всех отделах системы увеличивается в 1.5—2 раза (см. таблицу). Клетки ПЯ забиты секреторным веществом, сконцентрированным в цитоплазме в виде крупных глыбок и кольцевидных образований, волокна тракта вздуваются от обилия секрета, образуя четковидные утолщения. Секрет в нейрогипофизе полностью утрачивает мелкую структуру и собирается в грубые, интенсивно окрашенные глыбки (см. рисунок, б). Однако уже через 2 суток количество нейросекреторного вещества снижается почти до контрольного уровня (см. таблицу), гранулы его разукрупняются, и через 4 дня система окончательно возвращается в активное состояние, в котором она пребывала до начала эксперимента.

По истечении 10 суток функциональное состояние ГГНС подопытных рыб не отличается от такового у контрольных как по количеству (см. таблицу), так и по характеру распределения секрета (см. рисунок, в) и общей морфологии.

Таким образом, длительное действие охлаждения вызывает в ГГНС нерки реакцию, которую можно разделить на 2 стадии: короткую (функциональное напряжение) и быстро сменяющую ее стадию адаптации к воздействию холода. Возможность быстрого приспособления к действию низких температур у молоди красной объясняется, на наш взгляд, экологическими особенностями данного вида. Если у теплолюбивых рыб даже незначительное понижение температуры вызывает существенные сдвиги в функционировании гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы [3], то у рыб, приспособленных к длительному обитанию в холодных водах (а именно это характерно для молоди нерки), система более лабильна, быстро приспосабливается к изменившимся условиям среды. Подтверждением этого предположения могут служить результаты экспериментов с охлаждением, проведенных на угрях, также способных быстро восстанавливать нормальную деятельность нейроэндокринной системы в данных условиях [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Войткевич А. А. Нейросекреция. Л., 1967. 368 с.
2. Войткевич А. А., Зубкова Е. И., Григорьева И. И. Влияние температуры на нейросекрецию в преоптическом ядре лягушки. — ДАН СССР, 1960, т. 130, № 4, с. 940—943.
3. Матей В. Е. Функциональная активность ГГНС гуппи при изменении температуры окружающей среды. — Матер. I Всесоюз. конф. по нейроэндокринологии, 1974, с. 100—101.
4. I a s i n s k y A. Neurosecrecja podwzgorzowa u ryb. Zarys morfologii ozynosciowej. — Kosmos (Polska), 1969, vol. 18, № 6, p. 607—627.
5. L e a t h e r l a n d J. F., D o d d J. M. Activity of the hypothalamo-neurohypophysial complex of the european eel (*Anguilla anguilla* L.) assesed by the use of an situ staining and by autoradiography. — J. Compar. endocrinol., 1969, № 13, p. 45—59.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. А. Соколов, Г. А. Виноградов

#### ИЗУЧЕНИЕ АДАПТАЦИЙ РЫБ К РАЗЛИЧНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ pH НАРУЖНОЙ СРЕДЫ

Выявление границ нормы реакции вида с помощью акклимации позволяет оценить потенциальные возможности устойчивости генотипа к изменяющимся факторам среды, выделить наиболее уязвимые звенья в метаболизме рыб для различных воздействий среды, выяснить специфичность характера реагирования организма на определенный фактор внешней среды.

Воздействие тех или иных факторов на организм, как правило, приводит к полифункциональным нарушениям. Однако в ходе адаптации выявляется фазный характер функциональных наруше-



ний, который реализуется в частичном или полном восстановлении одних процессов и необратимом изменении других [4, 7].

подавляющее большинство работ в этой области посвящено изучению различных аспектов фенотипических адаптаций к таким абиотическим факторам среды, как соленость ( $S$ , ‰), температура ( $T$ ), содержание кислорода ( $O_2$ ) и др. [1, 3].

Несмотря на экологическую значимость концентрации  $H^+$  в среде, особенно в настоящее время при возрастании роли антропогенного фактора, приводящего к изменению  $pH$  водоемов [2, 8, 9], динамика и механизм адаптации к  $pH$  остаются малоизученными.

В настоящей работе исследовались интенсивность потребления  $O_2$  и активное поглощение  $Na^+$  жабрами при акклимации рыб к низким величинам  $pH$ .

В опытах использовались караси (*Carassius carassius*) весом 15—30 г, карпы (*Cyprinus carpio*) — 3—5 г, тилapia (*Tilapia mossambica*) — 7—12 г.

Общая потеря и активное поглощение  $Na^+$  определялись методом фотометрии в пламени на фотометре («Flaphokol»), концентрация  $H^+$  — потенциометрическим методом с помощью  $pH$ -милливольтметра ( $pH=340$ ). Электропроводность растворов измерялась с помощью реохордного моста Р-38 со стандартной платиновой ячейкой. Для исследования динамики баланса  $Na^+$  рыбы активировались путем выдерживания их в дистиллированной воде с  $pH=8$  в течение 5 суток. Буферные системы в опытах не использовались во избежание нарушения концентрации и соотношения ионов в воде. Заданное значение  $pH$  в экспериментальных сосудах поддерживалось автоматически добавлением  $HCl$  или  $KOH$ . Об активном транспорте  $Na^+$  судили по изменению его концентрации в растворах с опытными рыбами. Потребление кислорода изучалось в замкнутых сосудах при помощи полярографа ОН-102. В опытах одновременно использовалось 3—12 особей. Результаты обрабатывались статистически.

Изменение концентрации  $H^+$  наружной среды приводит к значительному угнетению интенсивности потребления  $O_2$  (рис. 1, а, б) и активного транспорта  $Na^+$  (рис. 1, в). В толерантном диапазоне изменений  $pH$  (4—8) происходит частичное или полное восстановление исследуемых функций, сопровождающееся возвращением их с различными скоростями к исходному или новому стабильному уровню. Размах первоначальных отклонений от нормы и скорости восстановления функций зависят от дозы внешнего фактора.

В области летальных концентраций  $H^+$  (рис. 1, а,  $pH=3.5$ ) восстановление стабильного функционального состояния в процессе адаптации не отмечается, и действие компенсаторных механизмов неэффективно для обеспечения длительного выживания рыб. В резистентном диапазоне, следуя терминологии Л. Н. Серавина

[7], можно выделить зону временной адаптации и зону подавления, в которой адаптивных перестроек не наблюдается.

У карпов, находящихся при низком парциальном давлении  $O_2$  в течение 3—4 дней, первичный эффект действия высоких концентраций  $H^+$  значительно снижался или отсутствовал. Можно полагать, что в основе начальной фазы адаптации дыхания рыб к «кислым» значениям рН и в основе акклимации рыб к низким парциальным давлениям  $O_2$  лежат сходные механизмы. Много-

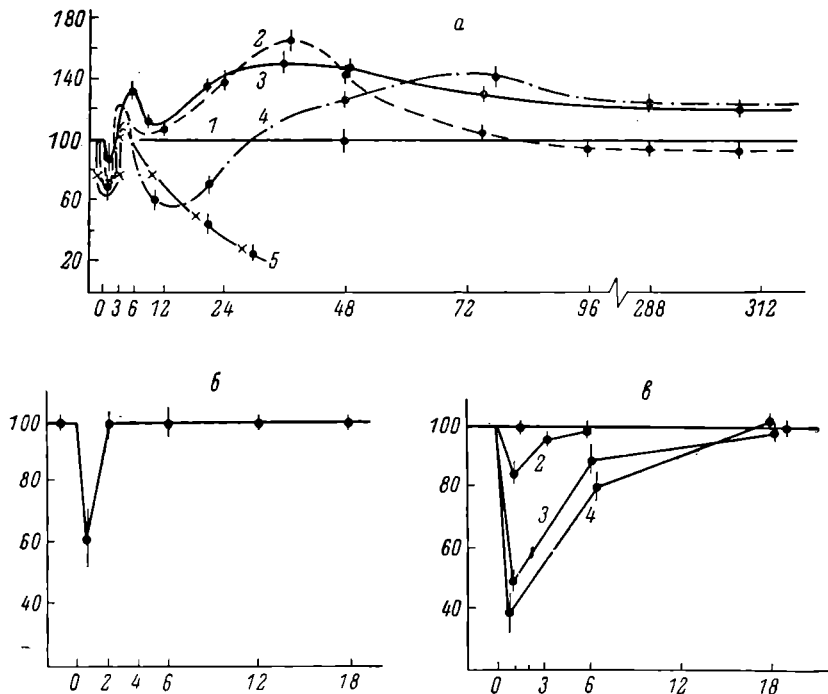


Рис. 1. Динамика потребления  $O_2$  и активного транспорта  $Na^+$  в процессе акклимации рыб к различным значениям рН.

*а* — скорость потребления  $O_2$  карасями: 1 — рН 8 (контроль), 2 — рН 6, 3 — рН 5, 4 — рН 4, 5 — рН 3.5, крестики — гибель рыб; *б* — скорость потребления  $O_2$  тиляпиями (рН 4.5); *в* — влияние различных значений рН на активный транспорт  $Na^+$  у тиляпий: 1 — рН 8 (контроль), 2 — рН 7, 3 — рН 5.5, 4 — рН 4.5. По оси ординат — процент от контроля; по оси абсцисс — время, часы.

образие механизмов приспособления рыб к малым концентрациям  $O_2$  [5, 6], вероятно, определяет сложный характер восстановления интенсивности потребления  $O_2$  в кислой среде.

Несовпадение динамики интенсивности потребления  $O_2$  и активного транспорта  $Na^+$  у тиляпий в процессе акклимации (рис. 1, б, в) свидетельствует об известной независимости в деятельности компенсаторных систем, обеспечивающих нормализацию газообмена и осморегуляции.

Данные по ионному обмену у карпов при летальных значениях рН (дистиллированная вода + HCl или H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) позволяют заключить, что электропроводность, характеризующая суммарную концентрацию ионов в среде, уменьшается. Этот процесс происходит на фоне многократного увеличения скорости общей потери солей организмом (рис. 2). Результаты эксперимента показывают, что уменьшение общей концентрации ионов в среде связано с многократным увеличением скорости поступления Н<sup>+</sup> внутрь организма, превышающей скорость общей утечки солей. Нарушение соотношения скоростей выхода солей и входа Н<sup>+</sup> происходит при определенном значении рН (3.6), которое определяет пороговую летальную концентрацию Н<sup>+</sup>.

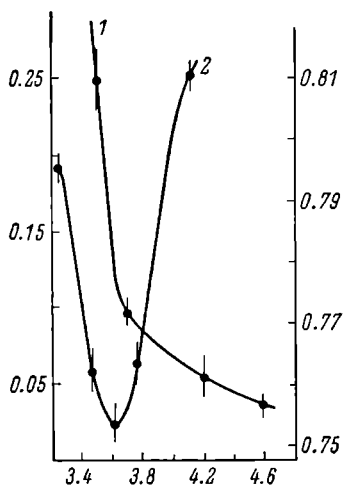


Рис. 2. Зависимость электропроводности среды от динамики ионного обмена карпа со средой.

По оси ординат: слева — скорость общей потери (кривая 1), мг/г в час, справа — электропроводность среды (кривая 2), (ом·10<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>; по оси абсцисс — величина рН.

Сопоставление литературных данных о закислении крови рыб в летальном диапазоне рН наружной среды с результатами этого эксперимента дает возможность предположить, что значительное увеличение скорости поступления Н<sup>+</sup> внутрь организма приводит к невозможности адаптационных перестроек. Допустимые отклонения внутренней среды определяют толерантный диапазон жизни рыб.

Таким образом, при адаптации рыб к низким значениям рН наружной среды проявляется фазный характер компенсаторных реакций. Скорость протекания адаптационных процессов зависит от величины внешнего воздействия и от видовой принадлежности рыб.

процессов зависит от величины внешнего воздействия и от видовой принадлежности рыб.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бочаров Г. Д. Выбор солевой среды некоторыми рыбами. — В кн.: Биологические процессы в морских и континентальных водоемах. Кишинев, 1970, с. 54—55.
2. Гар К. А. Инсектициды в сельском хозяйстве. М., 1974. 254 с.
3. Ивлеев В. С. Анализ механизма распределения рыб в условиях температурного градиента. — Зоол. журн., 1960, т. 39, № 4, с. 494—499.
4. Карандеева О. Г. Процессы, обеспечивающие осморегуляцию у водных беспозвоночных. — В кн.: Физиология морских животных. М., 1966. с. 176—232.
5. Павлов В. А. Дыхательные свойства крови некоторых пресноводных рыб и их экологическое значение. — Изв. ВНИОРХ, 1940, т. 23, вып. 2, с. 167—197.

6. Проссер Л., Браун Ф. Сравнительная физиология животных. М., 1967. 766 с.
7. Серавин Л. Н. Анализ понятия «гомеостазис». — Тр. Петергофского биол. ин-та ЛГУ, 1972, № 21, с. 3—28.
8. European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) Technical Paper. Rome, 1968, № 4, p. 1—18.
9. Packer R. K., Dunson W. A. Anoxia and sodium loss associated with the death of brook trout at low pH. — Comparative Biochemistry and Physiology, 1972, вып. 41, № 1A, p. 17—26.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Б. А. Флеров, В. Р. Микряков

### ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ КАРПОВ К АЭРОМОНОЗУ

Некоторые стороны неблагоприятного действия токсических веществ на водных животных до сих пор еще не изучены, в частности влияние токсикантов на восприимчивость, степень заражения, течение инфекционных заболеваний. Предполагается [2—4], что токсические соединения, ослабляя организм водных животных и снижая их иммунологическую реактивность [1], способствуют большему распространению инфекционных заболеваний. Цель настоящей работы — выявление действия хлорофоса, полихлорпинена, детергента «Лотос-71» на устойчивость рыб к бактериальной форме краснухи (геморрагической септицемии или аэромонозу), широко распространенной болезни, причиняющей рыбоводным хозяйствам большой экономический ущерб.

Опыты проводились на карпах-сеголетках весом 10—50 г в 60-литровых аэрируемых аквариумах при температуре 18—20°. Рыбы заражались после их выдерживания в растворах токсикантов в течение 2—10 суток. Использовались 80%-й технический хлорофос (10 и 50 мг/л), химический чистый ПХП в концентрациях 0.05, 0.1—0.5 мг/л и синтетический стиральный порошок «Лотос-71» (10 и 50 мг/л). Через 2—10 суток (в зависимости от серии опытов) рыбы переводились в чистую воду и подвергались инфицированию вирулентной культурой *Aeromonas punctata* в дозе 10—50 млн бактериальных тел на 1 г живого веса рыбы. Для заражения применялась взвесь суточной культуры микробов, выделенных из больных острой формой краснухи карпов из Курчанского рыбхоза Краснодарского края и выращенных на мясопептонном агаре. О характере влияния токсических веществ на устойчивость рыб к аэромонозу судили по их выживаемости.

Результаты (см. таблицу) свидетельствуют, что степень влияния токсических веществ на устойчивость карпов к аэромонозу

**Устойчивость карпов к бактериальной форме краснухи  
при воздействии полихлорпиррена, хлорофоса и детергента «Лотос-71»**

Токсикант	Концентрация, мг/л	Экспозиция, сутки	Количество рыб в опыте	Доза инфекционного агента, млн бактерий на 1 г живого веса рыб	% гибели рыб	
					опыт	контроль
Полихлорпиррен	0.05	10	270	50	81	57
	0.1	7	116	50	71	57
	0.3	2	98	50	80	79
	0.4	2	74	25	56	51
	0.5	2	50	25	44	40
Хлорофос	10	7	160	50	68	56
	10	7	30	25	10	8
	10	7	60	10	0	0
	10	10	45	50	70	62
	50	2	160	50	85	56
	50	2	30	40	55	33
	50	2	30	25	50	8
	50	4	24	50	100	83
	50	7	60	10	26	0
	100	2	34	50	100 *	100
	100	2	17	40	100	44
	10	7	30	50	92	95
«Лотос-71»	10	10	119	50	93	94
	50	7	30	50	90	95
	50	10	56	50	100 **	100

\* Среднее время выживаемости у опытных рыб — 1.4 суток, у контрольных — 4.1.

\*\* Среднее время выживаемости как опытных, так и контрольных рыб — 2.4 суток.

зависит от природы токсиканта и его концентрации. Так, хлорофос в концентрации 10 мг/л не оказывал существенного влияния на иммунологическую систему организма, вследствие чего достоверной разницы в устойчивости контрольных и подопытных рыб к аэромонозу не было выявлено. Хлорофос в высокой концентрации, наоборот, значительно подавлял сопротивляемость карпов к краснухе; в опыте погибло на 29% рыб больше, чем в контроле.

Существенное понижение степени выживаемости рыб от аэромоноза получено при действии низкой концентрации ПХП — 0.05 мг/л. В то же время кратковременное воздействие высокими концентрациями (0.3—0.5 мг/л) не оказывало влияния.

«Лотос-71» в сублетальных концентрациях также не изменял степень выживаемости карпов при инфицировании *Aeromonas punctata*.

В целом приведенные экспериментальные данные, полученные более чем на 1 тыс. сеголетков карпа, свидетельствуют о неблагоприятном воздействии пестицидов на исход инфекционного процесса при аэромонозе.

1. Гончаров Г. Д., Микряков В. Р. Влияние малых концентраций фенола на антителообразование у карпов (*Cyprinus carpio* L.). — В кн.: Вопросы водной токсикологии. М., 1970, с. 171—175.
2. Liebmann H. Fish as an indicator of water pollution. — Bull. Office internat. epizooties, 1966, vol. 65, № 5—6, p. 565—569.
3. Pippy J. H. C., Hare G. M. Relationship of river pollution to bacterial infection in Salmon (*Salmo salar*) and suckers (*Catostomus commersoni*). — Trans. Amer. Fish. Soc., 1969, vol. 98, № 4, p. 685—690.
4. Sniezko S. F. The effects of environmental stress on outbreak of infectious diseases of fishes. — J. Fish. Biol., 1974, vol. 6, № 2, p. 197—208.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

З. С. Кауфман

### ВЛИЯНИЕ ФЕНОЛА НА ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ И ПОСТЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ ТРАВЯНОЙ ЛЯГУШКИ

Загрязнение водоемов сточными водами отрицательно сказывается на всей их фауне. Хотя роль *Anura* в водных и наземных биоценозах хорошо известна [3, 4, и др.], тем не менее влияние загрязнителей на развитие этих амфибий почти не изучено. Чтобы в какой-то степени восполнить этот пробел, мы предприняли эксперименты по изучению влияния фенола — одного из весьма распространенных компонентов сточных вод, на эмбриональный и постэмбриональный периоды развития травяной лягушки — *Rana temporaria* L.

Свежеотложенные кладки собирали 10—13 мая 1974 г. в прудах пригорода Петрозаводска. Икринки по 20 шт. (в оболочках) развивались в литровых химических сосудах или в кристаллизаторах с концентрацией фенола 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 11, 23 и 45 мг/л и в чистой воде. В токсические растворы фенола также помещали икринки на стадии морулы, гастролы, желточной пробки и хвостовой почки. Кроме этого, в растворах фенола с концентрацией 62, 125, 187, 200, 250, 300 и 350 мг/л и в чистой воде содержали головастики.

Токсический раствор меняли через 2 суток. Эксперименты (в трехкратной повторности) проводились при комнатной температуре — 20—21°. Животных кормили кусочками белого хлеба, водорослями и кусочками тела моллюсков.

При анализе полученных данных обращает на себя внимание весьма высокая чувствительность эмбриональных стадий развития. Так, из эмбрионов, помещенных в раствор фенола концентрацией 0.5 мг/л на стадии морулы, 65% погибало на стадии хвостовой почки, а оставшиеся в живых были с уродливыми хвостами или вообще недоразвитыми. У зародышей при воздействии этой концентрацией и 1 мг/л на стадию гастролы желточ-

ная пробка (пробка Рускони) не образовывалась и на 3-и сутки 65—90% эмбрионов погибало. В растворе фенола 5 мг/л все зародыши погибали на 2-е сутки (у них образовывалась водянка). Среди зародышей, помещенных в концентрацию 1 мг/л на стадии хвостовой почки, наблюдалась высокая смертность — 95%, оставшиеся в живых были с деформированными хвостами. В растворе 2 и 5 мг/л 55% зародышей погибало на 2-е сутки, а еще через сутки — остальные. Зародыши на стадии желточной пробки уже через час после пребывания в воде с концентрацией фенола 0.5 мг/л развивались в уродов с нормальными туловищами, но с искривленными хвостами. При этом дефекты в строении хвоста обнаруживались уже на стадии хвостовой почки. При концентрации 11 мг/л отмечалась высокая смертность — 75%. Оставшиеся в живых отставали в росте. Так, на 5-й день развития головастики в контроле имели длину 14 мм, в растворе с концентрацией 5 мг/л — 9 мм, а при 11 мг/л — 7 мм. Развитие зародышей, помещенных в раствор фенола с концентрацией 0.2 мг/л на стадии желточной пробки, мало отличалось от контроля, а при 0.5 мг/л — 15% развивалось неправильно. На 12-й день развития в обеих концентрациях все головастики погибли. При более высоких концентрациях смерть всех зародышей неизменно наступала уже на 2-й день.

Чувствительность постэмбриональных стадий развития по сравнению с эмбриональными значительно ниже. Только что вылупившиеся головастики даже при такой высокой концентрации фенола, как 62 мг/л, могут прожить около 2 месяцев. Однако стадию метаморфоза они пройти все же не могут и в конце концов погибают. При концентрации 125 мг/л и выше головастики малоподвижны, хотя в росте они не отстают от контрольных. Через месяц все же погибает 50% особей, а еще через полмесяца — все остальные.

При концентрации 187 мг/л головастики вовсе не двигались и смерть наступала уже на 5-й день. При более высоких концентрациях (200—350 мг/л) гибель происходила на 4-й день.

Патологические изменения у погибших головастиков сходны при всех концентрациях фенола — главным образом это водянка. Последняя возникает в брюшной области, реже в торакальной и не встречается в головной. Водянка отмечается на ранних стадиях развития — уже на стадии нейрулы. Второе характерное изменение головастиков — дефекты в строении хвоста, что, по-видимому, связано с повышенной локальной чувствительностью хвостовой почки. Хвост не только недоразвит, но часто изогнут дорсально или вентрально (при низких концентрациях) либо скрючен (при более высоких концентрациях). Такие же аномалии в развитии хвоста наблюдались при воздействии на головастиков и таких повреждающих факторов, как рентген, цианистый калий, алкоголь и др. [2]. Кроме перечисленных дефектов, было отмечено сползание эпидермиса:

Интересно, что иммобилизованные молодые головастики все же могут передвигаться за счет биения ресничек покровов, которые, несмотря на значительные концентрации фенола, функционируют.

Максимальная смертность и наибольшее количество уродств приходится на стадию хвостовой почки и на момент метаморфоза.

По мере роста зародышей их резистентность к фенолу повышается. Если среди зародышей на стадии желточной пробки, помещенных лишь на 1 час в раствор с концентрацией 5—11 мг/л, смертность достигает 75%, а оставшиеся в живых заметно угнетены, то сформированные головастики могут прожить 4 дня даже при такой высокой концентрации, как 350 мг/л, а при 62 мг/л — до 2 месяцев. Подобное понижение чувствительности отмечено и в отношении ряда других повреждающих факторов, таких как температура, алкоголь, цианистый калий [2], асфикция, хлоралгидрат и др. [1]. Природа этого феномена не ясна. По-видимому, с возрастом появляются более совершенные гомеостатические механизмы.

Таким образом, наши эксперименты показали, что загрязнение водоемов даже незначительными концентрациями фенола (особенно в весеннее время) может привести к полному исчезновению всего поколения травяной лягушки.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Д а с т ю г Г. и С у к н е р Ж. Личинки амфибий как биологические реагенты. М., 1949. 160 с.
2. С в е т л о в П. Г. Вредное действие внешних факторов как показатель детерминации и дифференциации хвостового зачатка амфибий. — Арх. анат., гистол. и эмбриол., 1937, т. 16, вып. 2, с. 205—246.
3. Т е р е н т ь е в П. В. Лягушка. М., 1950. 345 с.
4. Ш в а р ц С. С. О специфической роли амфибий в лесных биоценозах в связи с вопросом об оценке животных с точки зрения их значения для человека. — Зоол. журн., 1948, т. 27, вып. 5, с. 441—444.

Отдел водных проблем  
Карельского филиала АН СССР

---

С. В. М о н а к о в а

#### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕТУЧИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОЛГИ

Одним из продуктов, служащих источником образования метана в водоемах, являются летучие жирные кислоты. Они образуются в иловых отложениях при анаэробном распаде органических веществ и разлагаются микроорганизмами с образованием метана и углекислоты.



В данной работе приводятся результаты определения содержания летучих жирных кислот в донных отложениях Волги на участке от Калинина до Астрахани в различные сезоны 1972 г.

Пробы ила были отобраны в 3 рейсах: с 22 мая по 14 июня,<sup>1</sup> с 18 августа по 11 сентября и с 13 октября по 4 ноября. Ил консервировался 0.1 н. раствором NaOH (1 мл на 100 г ила) и доставлялся в лабораторию, где определялись влажность (путем высушивания до постоянного веса при 100—105°), содержание органического вещества как потеря при прокаливании воздушно-сухого ила при 550° и содержание органических кислот — муравьиной,<sup>1</sup> уксусной, пропионовой, масляной, валериановой и капроновой. Кислоты отгонялись из ила с водяным паром, отгон нейтрализовался щелочью и упаривался досуха. Натриевые соли кислот переводились в гидроксамовые производные и в таком виде разделялись с помощью хроматографии на бумаге [1].

Донные отложения Волги состоят в основном из серых илов разных оттенков (коричневатых, синеватых, почти черных) и песков — от крупнозернистых с мелкими камнями до очень тонких. Пробы чаще всего представляли собой смесь серого ила и песка в различных соотношениях. В ряде случаев (станции 3, 5, 6, 12, 20) на поверхности ила отмечены пятна нефтепродуктов.

Содержание органического вещества в донных отложениях Волги невелико и по сезонам изменялось незначительно. Наибольшим оно было в серых илах (от 4 до 15% от воздушно-сухого веса), наименьшим — в песках (от 0.3 до 0.9%).

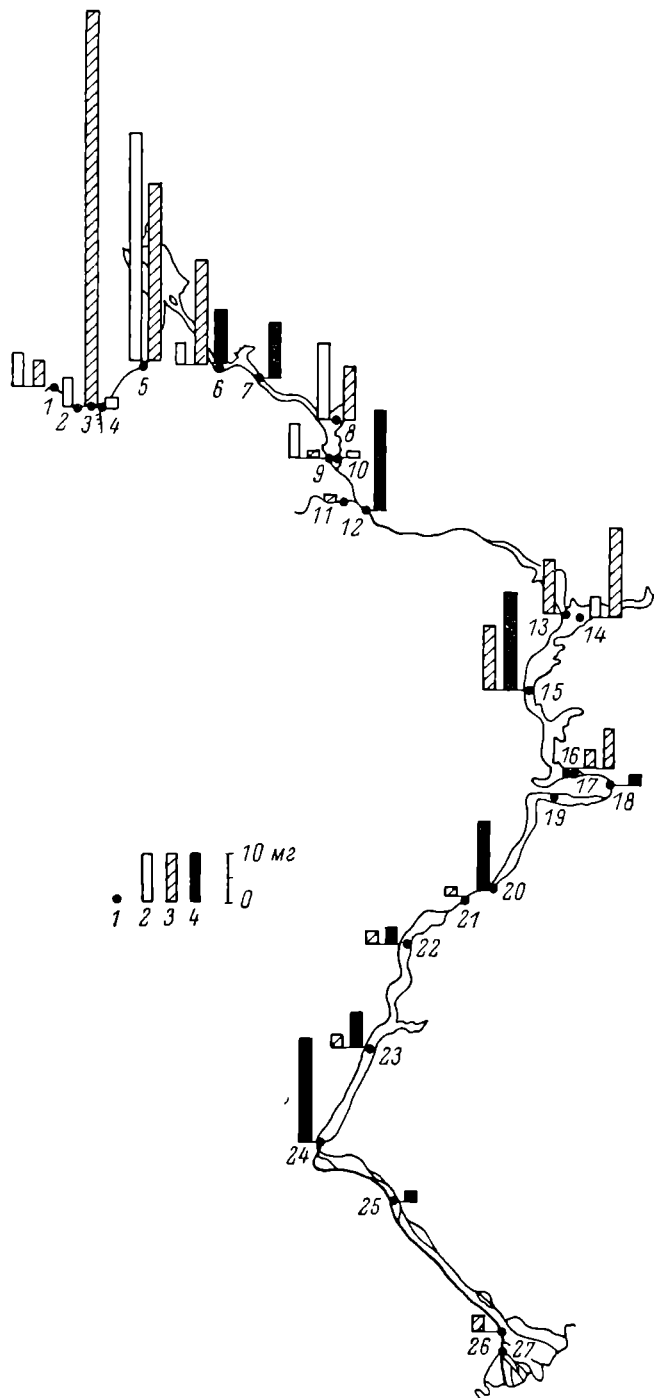
В иловых отложениях Волги найдены муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая и капроновая кислоты. Присутствие этих кислот отмечено в большей части проб. Отсутствовали чаще всего муравьиная, масляная и валериановая кислоты. Во всех случаях значительно преобладала уксусная кислота: в сумме кислот (без муравьиной) ее доля составляла 80% и выше. Содержание остальных кислот в основном не превышало десятых-сотых долей миллиграмма на 100 г сухого ила или определялось в виде следов.

Общее количество летучих жирных кислот в донных отложениях Волги было небольшим — примерно 0.08% от веса сухого ила. Весной содержание кислот, как правило, ниже, чем осенью (см. рисунок).

При сопоставлении разных донных отложений выяснилось, что наивысшие концентрации кислот связаны с серыми илами, а наименьшие отмечены в песках. Но наряду с этим встречались станции, где и в серых илах количество кислот было весьма незначительным, вплоть до следовых величин. Разнообразие кислот, по-видимому, не связано с характером отложений, так как иногда в песках при очень малом их суммарном количестве присутствовали все определяемые кислоты.

---

<sup>1</sup> Так как муравьиная кислота при данных условиях анализа частично разрушается, ее определение было качественным.



Общее содержание летучих жирных кислот в донных отложениях Волги, мг на 100 г сухого ила.

1 — станции отбора проб, 2 — 1-й рейс, 3 — 2-й рейс, 4 — 3-й рейс.

Таким образом, в донных отложениях Волги на всем протяжении от Калинина до Астрахани установлено присутствие летучих жирных кислот от муравьиной до капроновой со значительным преобладанием уксусной кислоты. Общее содержание кислот не превышало 159 мг на 1 кг сырого ила.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко В. И. Количество летучих жирных кислот в илах Рыбинского водохранилища, определенное методом хроматографии. — Бюл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1962, № 13, с. 39—43.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Н. А. Трифонова

### О СОДЕРЖАНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО АЗОТА В ВОДЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Определение соединений азота проводилось в нефiltroванной воде. Минеральные формы (нитраты, нитриты и соли аммония) определялись в рейсе непосредственно после отбора проб.

Образцы на общий азот фиксировались сулемой (0.07—0.10 мл насыщенного раствора  $HgCl_2$  на 100 мл пробы) и анализировались в лаборатории. Пробы воды упаривались и сжигались по Кьельдалю. Образовавшиеся соли аммония определялись колориметрически с реактивом Несслера после диффузионно-изотермической дистилляции их из сожженного образца [9]. К полученной величине прибавлялось содержание нитратов и нитритов.

Органический азот рассчитывался по разности между общим и минеральным, принимая во внимание, что количество обменного и поглощенного аммония во взвешенных частицах, как и в донных отложениях, незначительно — около 2% от общего азота [7, 11] — и им можно пренебречь.

Для определения легкогидролизуемого азота нами модифицирован для воды метод, используемый в биохимии [1]. Гидролиз осуществлялся в 5%-й  $H_2SO_4$  при нагревании в термостате (100°) в течение 3 час. Аммиак, образующийся при отщеплении группы  $NH_2$ , анализировался с реактивом Несслера после диффузионно-изотермической дистилляции, как указывалось выше, для общего азота.

Суммарное количество свободных аминокислот определялось по несколько видоизмененному методу А. Д. Семенова, И. Н. Ивлевой и В. Г. Дацко [6]. Сущность метода заключается в деминерализации природных вод и концентрировании свободных аминокислот с помощью катионита КУ-2 и проведении реакции взаимодействия аминокислот с нингидрином в водно-бутанольной среде в присутствии солей кадмия. Подготовка катионита по методу В. Л. Карпова [4] снизила поправку на холостой опыт до 0.5 мкг на пробу. Изменения в ходе анализа касались способа нагревания, количества и последовательности внесения реактивов, в результате чего анализ несколько упростился, в 1.5—2 раза уменьшилось отклонение от средней и на 20—25% повысилась чувствительность метода [8]. Суммарное содержание связанных аминокислот определялось после гидролиза (6 н.  $HCl$ , 110°) тем же методом.

Наблюдения показали, что в Рыбинском водохранилище азот органических соединений, являясь его основной формой, составляет в среднем за год 68%, а в отдельные периоды достигает 98% от общего. Средняя для водохранилища концентрация органического азота в мае 1965 г. равнялась  $0.48 \pm 0.08$ , в июле —  $1.31 \pm 0.18$ , в октябре —  $1.03 \pm 0.15$ , в марте —  $0.63 \pm 0.09$  мг N/л ( $P=0.05$ ).

Из приведенных данных видно, что наибольшее количество органического азота характерно для летнего периода, наименьшее — для весеннего. Но даже весной на долю его приходится почти 50% от общего. Распределение органического азота по водохранилищу довольно однородно, но отношение его к общему азоту в весенний и зимний периоды заметно различается. В Волжском плесе органический азот обычно составляет наименьшую долю от общего (26—78%), в Моложском и Шекснинском — наибольшую (54—92%).

Применение слабого кислотного гидролиза позволило определить содержание в воде легкогидролизуемого азота, который с некоторым допущением можно считать легкоусвояемым [5]. По-видимому, количество его соответствует в основном содержанию амидов [1, 2], поскольку концентрация в воде таких аминокислот, как серин и треонин, также дезаминирующихся в этих условиях, очень невелика. Количество легкогидролизуемого азота в водах разного типа оказалось различным. Например, в болотных водах как весной, так и летом гидролизующийся азот составляет незначительную часть (табл. 1). Органический азот бытовых сточных вод гидролизировался почти полностью.

В Рыбинском водохранилище содержание в воде легкогидролизуемого азота весной и осенью очень невелико (табл. 2). В летний период количество его возрастает. Это увеличение сопровождается уменьшением концентраций минеральных форм и, по-видимому, объясняется накоплением в водоеме автохтон-

Т а б л и ц а 1

Гидролизуемый азот в водах разного происхождения

Характер пробы	Цветность, градусы	Общий органический азот, мг/л	Гидролизуемый азот	
			мг/л	% от органического азота
Снег . . . . .	0	0.15	0.06	40
Талые воды . . . . .	5	0.14	0.08	57
Вода из Рыбинского водохранилища, у с. Ольхово . . . . .	87	0.16	0.01	6
Вода из р. Орша . . . . .	220	3.08	0.35	11
Грунтовые воды . . . . .	10	0.12	0.07	58
» » . . . . .	5	0.13	0.03	23
Сточные воды г. Калинин . . . . .	—	12.10	12.00	99

И. П. Дьяченко [1], позднее модернизированный А. П. Кожевниковым [5], нашел сейчас широкое применение для количественного учета зоопланктона в Институте биологии внутренних вод АН СССР.

Планктонобаторметр имеет вертикально поставленные крышки, благодаря чему свободно прорезает воду, не нарушая расположения слоев воды. Закрывание крышек производится без применения посыльного груза, крышки автоматически захлопываются от рывка троса при остановке лебедки. Таким образом высекается определенный объем воды тотчас же по достижении заданной глу-

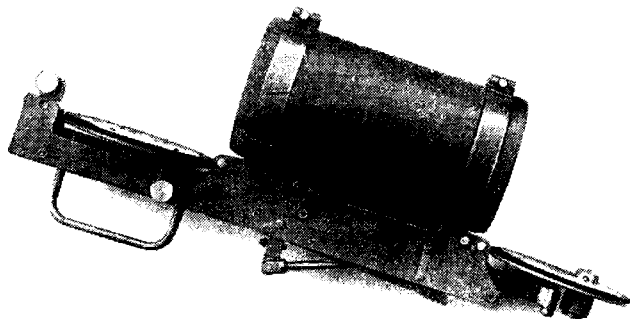


Рис. 1. Планктонобаторметр в открытом виде перед опусканием в воду.

бины. И. П. Дьяченко показал [3], что этот прибор оказался более уловистым, чем планктоночерпатели Богорова, Вовка и планктонная сеть Джудая. Разница в уловистости оказалась статистически достоверной. Однако ввиду относительно большего веса (12 кг) применение планктонобаторметра ДК для количественного учета зоопланктона с лодки затруднено. Поэтому при исследовании зоопланктона мелководных прибрежных зон водохранилищ приходилось пользоваться планктонными сетями, планктоночерпателями или гидрологическими батометрами, недостаточно уловистыми или вообще малопригодными для сборов зоопланктона. Поэтому для работ в мелководных зонах с лодки нами была сконструирована видоизмененная модель планктонобаторметра ДК, описываемая ниже. Эта модель сохранила основное преимущество первоначальной модели, а именно вертикально поставленные крышки. Прибор свободно прорезает воду и захлопывается автоматически без посыльного груза. Но эта модель значительно облегчена, что дает возможность работать с рук без лебедки (вес 6 кг). При сборах зоопланктона в течение сезона 1974—1975 г.

на мелководьях Ивановского, Угличского и Рыбинского водохранилищ этот планктоноботометр показал себя очень удобным для работы на весельных лодках. Он вполне пригоден и для ра-

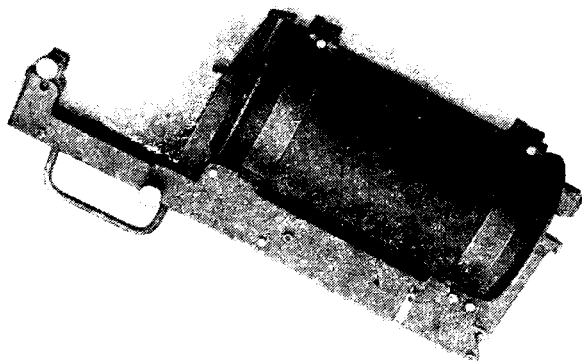


Рис. 2. Планктоноботометр в закрытом виде после взятия пробы.

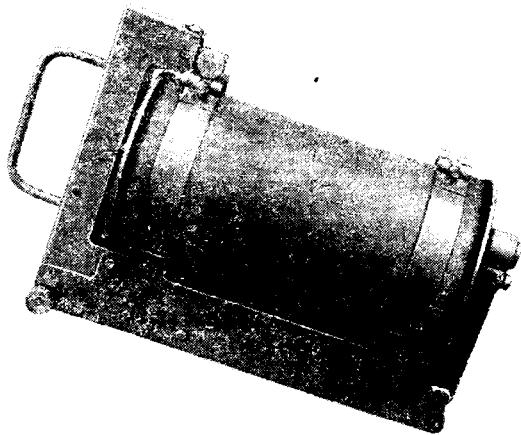


Рис. 3. Прибор в положении, удобном для переноски.

боты на судах за пределами прибрежной зоны на больших глубинах с лебедки.

Общий вид планктоноботометра показан на рис. 1—3.

В каркас прибора, который состоит из двух щек (20) с приваренными хомутами (2), жестко укреплен цилиндр (3) (рис. 4). Крышки верхняя (4) и нижняя (1), снабженная краном, крепятся сферическими болтами (6) к рычагам (5, 21). Рычаги крышек, шарнирно установленные в каркасе посредством тяг (11, 19), связаны коромыслом (13), смонтированным на оси (14). На этой же оси шарнирно укреплена рукоятка взвода (18). Приводом

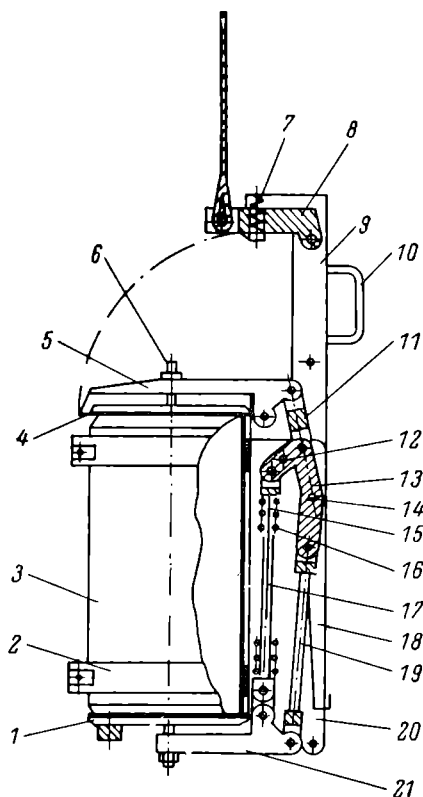


Рис. 4. Устройство планктонобатора.

1 — нижняя крышка с краном, 2 — хомут, 3 — цилиндр, 4 — верхняя крышка, 5 — верхний рычаг, 6 — сферический болт, 7 — пружина, 8 — крючок, 9 — скоба, 10 — ручка, 11 — тяга, 12 — упор, 13 — коромысло, 14 — ось, 15 — шток, 16 — пружина, 17 — направляющая ось, 18 — рукоятка взвода, 19 — тяга, 20 — щека, 21 — нижний рычаг.

механизма является пружина (16), установленная на направляющей (17) со штоком (15); вся эта система связана шарнирно с каркасом и коромыслом (13). К каркасу прибора крепится скоба (9) с ручкой (10), в которой на оси установлен крючок (8), отжимающийся вниз тарированной пружиной (7). При работе с прибором скоба (9) укрепляется жестко и прибор вешается к тросу за крючок (8). При повороте рукоятки взвода (18) последняя, опираясь на упор (12) коромысла (13) противоположным концом, поворачивает его. В результате этого шток (15) входит в направляющую (17), а пружина (16)

сжимается. Рычаги (5, 21) верхней и нижней крышек посредством тяг (11, 19) также поворачиваются, крышки открываются и становятся вертикально, т. е. параллельно оси цилиндра; верхний рычаг запирается подпружиненным крючком (8). Прибор готов к опусканию (рис. 1). При быстром опускании прибора до определенной глубины и резкой его остановке благодаря сжатию пружины крючок (8) выходит из зацепления с упором рычага (5). Пружина (16), поворачивая коромысло (13), захлопывает крышки прибора (рис. 2). Прибор поднимается, проба сливается через кран.

При транспортировке прибора скоба (9) откидывается в удобное положение, закрепляясь (рис. 3).

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дьяченко И. П. Автоматически закрывающийся планктонобаторметр. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1959, № 5, с. 51—54.
2. Дьяченко И. П. Предварительные результаты сравнительных исследований уловистости орудий лова планктона. — Бюл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1960, № 8—9, с. 79—83.
3. Дьяченко И. П. Сравнительный анализ уловистости планктоночерпателя системы Богорова и планктонобаторметра. — Матер. по биол. и гидр. волжских водохранилищ. М.—Л., 1963, с. 29—35.
4. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л., 1969. 658 с.
5. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 240 с.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---



# СО Д Е Р Ж А Н И Е

## ИНФОРМАЦИИ

	Стр.
Визит советских гидробиологов в Англию (Н. В. Буторин) . . . . .	3
Вторая конференция молодых ученых (С. И. Генкал) . . . . .	5
Советско-американское совещание по проблемам загрязнения вод (Н. В. Буторин) . . . . .	6

## СООБЩЕНИЯ

М. Перес Ейрис, В. И. Романенко, В. М. Кудрявцев, М. Аврора Публенес. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества в водохранилище Карлос-Мапуэль-де-Сеспедес . . . . .	9
И. М. Балонов, С. П. Ягодка. О бактериальном питании золотистой водоросли <i>Ochromonas ovalis</i> Dofl. ( <i>Chrysophyta</i> ) . . . . .	13
А. И. Копылов. О питании водных инфузорий . . . . .	19
А. П. Мыльников. Об изменчивости размеров и формы тела <i>Bodo caudatus</i> (Duj.) Stein ( <i>Bodonina</i> , <i>Protozoa</i> ) . . . . .	24
Н. Б. Ильинская, М. С. Пурдан. Развитие грудных зародышевых дисков у личинок IV возраста <i>Chironomus plumosus</i> L. ( <i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i> ) . . . . .	27
М. С. Пурдан. Развитие половых зачатков и возможность определения пола у личинок IV возраста <i>Chironomus plumosus</i> L. ( <i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i> ) . . . . .	31
С. С. Зозуля. Особенности первой генерации <i>Bythotrephes</i> , развившейся из латентных яиц . . . . .	34
П. К. Меликова, А. Р. Халилов, И. А. Ахмедов. Краткая гидробиологическая характеристика Варваринского водохранилища . . . . .	38
А. В. Стерлигов, Г. В. Юшкова, Г. Е. Новосельцев. Питание и пищевые потребности сеголетков ямного сига в озерном питомнике . . . . .	41
В. Г. Давыдов. Реакция тканей хозяина при разных способах прикрепления некоторых цестод . . . . .	45
В. И. Козловская. Изменение сорбционных свойств жабр карася при отравлении хлорофосом и детергентом «Лотос-71» . . . . .	48

	Стр.
В. Е. М а т е й. Влияние длительного охлаждения на гипоталамо-гипофизарную нейросекреторную систему молоди красной ( <i>Oncorhynchus nerka</i> Walb.) . . . . .	52
В. А. Соколов, Г. А. Виноградов. Изучение адаптаций рыб к различным значениям рН наружной среды . . . . .	55
Б. А. Флеров, В. Р. Микряков. Влияние некоторых токсических веществ на устойчивость карпов к аэромонозу . . . . .	59
З. С. Кауфман. Влияние фенола на эмбриональный и постэмбриональный периоды развития травяной лягушки . . . . .	61
С. В. Моная. Содержание летучих жирных кислот в донных отложениях Волги . . . . .	63
Н. А. Трифонова. О содержании органического азота в воде Рыбинского водохранилища . . . . .	66
В. Н. Столбунова, А. П. Кожеников. Видоизмененная модель планктонобатометра ДК для работы с лодки . . . . .	69

# **БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД**

## **Информационный бюллетень № 33**

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

Редактор издательства *Л. М. Маковская*  
Технический редактор *Н. А. Мяготина*  
Корректор *Г. Н. Атлас*

Сдано в набор 16/XI 1976 г. Подписано к печати  
14/III 1977 г. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага № 3.  
Печ. л. 4<sup>3</sup>/<sub>4</sub>=4.75 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 5.03.  
Изд. № 6603. Тип. зак. № 1629. М-25903.  
Тираж 900.  
Цена 35 к.

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

---

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