



ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

62

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 62



ЛЕНИНГРАД

«НАУКА»

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

1984

Academy of Sciences of the USSR
Institute of Biology of Inland Waters
Scientific Council for problems of
hydrobiology, ichthyology and utilization
of biological resources of waterbodies

Biology of Inland Waters

Information Bulletin

N 62

УДК 577. 472 (28)

Выпуск содержит сообщения по вопросам гидрологии, микробиологии, морфологии, экологии и паразитологии гидробионтов в озерах и водохранилищах СССР. Приводятся новые данные о строении, распределении, размножении и питании беспозвоночных и рыб. В трех сообщениях описываются новые приборы для отбора проб и экспериментальных исследований. Выпуск рассчитан на гидробиологов.

О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р А.Г. ПОДДУБНЫЙ

Р е ц е н з е н т ы А.А. МИЛЬКО, М.И. ШАТУНОВСКИЙ

35249n

РАБОЧЕЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОЕКТУ 18 КАПГ „СРАВНЕНИЕ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГЛАВНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СВОЙСТВА ВОДНЫХ МАСС ОЗЕР И ВОДОХРАНИЛИЩ“

На протяжении ряда лет Комиссия многостороннего сотрудничества академий наук социалистических стран координирует и руководит работами по комплексной проблеме „Планетарные геофизические исследования“ (КАПГ). Среди ряда проектов, разрабатываемых по указанной проблеме, существует и проект 18. Сотрудничество в рамках его в текущей пятилетке ведется по теме „Сравнение и усовершенствование методов измерения и моделирования влияния главных геофизических факторов на свойства водных масс озер и водохранилищ“.

С 28 февраля по 4 марта 1983 г. в г. Штраусберге под Берлином, ГДР, состоялось рабочее совещание представителей стран-участниц проекта. В его работе приняли участие от СССР – Н. Буторин и Б. Флейшман, от ВНР – Барани, от ГДР – Мауерсбергер, от ПНР – Юрак и Шумец, от ЧССР – Страшкраба. Руководство работой совещания осуществлялось руководителем проекта Мауерсбергером.

На совещании обсуждались информации представителей стран-участниц проекта о работе за 1982 г. и перспективы сотрудничества на 1983–1985 гг. Участники совещания с удовлетворением отметили, что за отчетный период запланированный объем исследований выполнен. Что же касается перспектив, то они в основном связаны с продолжением натуральных и экспериментальных исследований по изучению физических, химических и биологических процессов в озерах и водохранилищах, седиментов, процессов седиментации и обмена веществ между седиментами и водной массой, моделированием водных экосистем.

Для успешного решения перечисленных вопросов определены мероприятия, которые включают в себя совместно проводимые работы. К числу таких мероприятий относится проведение в 1984 г. на базе Балатонского лимнологического института (ВНР) очередной школы–семинара по результатам исследований физических, химических и биологических процессов в контактных зонах озер и водохранилищ.

Участники совещания пришли к соглашению, что в отдаленной перспективе, 1986–1990 гг., наибольший интерес представляет совместная разработка темы „Оценка роли главных геофизических и антропогенных факторов в формировании водных ресурсов озер и водохранилищ, их продуктивности и качества воды“.

На совещании были заслушаны научные доклады, которые в основном касались математического моделирования водных экосистем и отдельных звеньев продукционного процесса. Так, в докладе М. Страшкраба (ЧССР) были приведены результаты использования модифицированной имитационной модели Гарлемана (США) для выбора оптимальной комбинации мероприятий по улучшению качества воды угнетением развития первичной продукции.

Доклад А. Литвинова (СССР) и Пагенкопфа (ГДР) касался результатов численного моделирования течений оз. Мюгельзее, основанного на модификации уравнений, описывающих океанические течения применительно к мелководным водоемам.

Обзорное сообщение Б. Флейшмана (СССР) касалось перспектив математического моделирования вообще и в рамках проекта КАПГ-18, в частности. Подчеркивалась важность стохастических подходов, в частности использования методов моделирования Монте-Карло. Отмечалась полезность методов биологического моделирования.

Обсуждение указанных докладов носило активный характер и способствовало отработке одного из трех основных пунктов рабочего плана проекта на 1983-1985 гг.

Было единодушно признано, что, допуская разработку частных моделей отдельно гидрологических и химических процессов в водоемах и водохранилищах, проект 18 всегда предполагает, что конечным результатом его разработок, в частности модельных, является исследование целостных водных экосистем.

Подчеркивалось, что эти исследования должны носить фундаментальный характер, имея практическую ориентацию на повышение качества воды и продуктивности озер и водохранилищ.

В работе совещания наряду с официальными представителями стран-участниц проекта участвовали еще свыше 20 специалистов. Совещание, на котором была подтверждена целесообразность дальнейшего сотрудничества ученых по проекту 18 КАПГ, прошло успешно.

Н.В. Б у т о р и н

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

„КАЧЕСТВО ВОДЫ В 80-Е ГОДЫ“

В соответствии с планом советско-американского сотрудничества в области охраны окружающей среды группа советских специалистов в составе Н.В. Буторина, Л.Д. Вороновой, В.И. Козловской, М.И. Кузьменко, Г.А. Сухорукова и Б.А. Флерова в сентябре 1982 г. посетила США и приняла участие в работе Международного симпозиума „Качество воды в 80-е годы“. Симпозиум проходил в рамках 119 годичного собрания американского общества рыболовства и рыбного хозяйства в штате Южная Каролина. В собрании приняли участие специалисты не только США, но и ряда других стран.

На симпозиуме рассматривались различные аспекты проблемы качества воды, обсуждались подходы к ее решению. Так, в обширном докладе Эрета и Тобина (США) выдвигалась идея регулирования стандартов качества воды и возможных изменений их в соответствии с конкретными местными особенностями окружающей среды и экологическими факторами. Такой подход предоставляет местным органам большую свободу в установлении критериев качества воды и поможет более адекватно охранять водоемы от загрязнения с учетом местных условий. При этом предполагается исходить из целей водопользования с учетом соотношения между прибылью, получаемой от эксплуатации водоема, и стоимостью работ, связанных с водоохранными мероприятиями. Обсуждался вопрос о целесообразности разработки сезонных стандартов качества воды с учетом состояния водоема. Авторами выдвигается требование о полном запрещении сбросов загрязненных веществ в океан.

Проблема качества воды в США и ее перспективы с позиций рыбного хозяйства были рассмотрены в докладе Вергмана (США), в котором было отмечено, что за последние десятилетия в США достигнуты определенные успехи в решении проблемы качества воды и для их закрепления и развития в американском обществе рыбного хозяйства организована специальная секция качества воды.

Каламари и Маркетти (Италия) в своем докладе представили данные по загрязнению 3 основных рек Италии — По, Адидже и Тибр, — а также по ряду озер Северной Италии. Наиболее распространенными загрязняющими веществами в этих водоемах являются медь, тетраэтилсвинец, нефтепродукты, аммоний. Изучение качества воды включает идентификацию токсикантов, определение концентраций металлов и стойких органических веществ в воде, в водных организмах, биологический мониторинг. Проводятся лабораторные токсикологические исследования по изучению действия загрязняющих веществ на различные стадии развития рыб, на плодовитость беспозвоночных, рост водорослей, рассматривается метаболизм токсических веществ. Исследования ведутся как на искусственных экосистемах, так и в полевых условиях.

Кнауф и Фишер (ФРГ) в своем докладе попытались осветить современные требования к регулированию применения химикатов в промышленности и сельском хозяйстве. В ФРГ при тестировании токсичности препаратов используются гидробионты: водоросли, беспозвоночные, рыбы. Результаты показывают, что биотестирование наиболее показательно в модельных экосистемах с регулируемыми параметрами среды: температура, химический состав воды, освещенность и т. д. Однако обязательно, чтобы такие системы были проточными. Отмечается настоятельная необходимость стандартизации существующих в настоящее время методов биотестирования и коопераций их в международном плане.

В северных районах США, Канаде и ряде европейских стран в проблеме загрязнения водоемов все большую озабоченность

вызывает закисление водоемов. Этому вопросу на симпозиуме были посвящены доклады Хайнеса (США) и Кули (Канада). Хайнес отметил, что проблема закисления водоемов имеет международный характер и особенно ощущается в США, Канаде, Западной Европе и Скандинавии. Выбрасываемые промышленные окислы образуют кислоты H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , которые с осадками попадают в водоемы и меняют pH воды. Снижение pH в водоемах отрицательно сказывается на популяции рыб. Так, в некоторых водоемах Канады pH снизился до 4.4, что, вероятно, явилось причиной гибели форели. В ряде озер Скандинавии в результате снижения pH рыбы полностью исчезли. Наиболее эффективным способом борьбы с закислением водоемов в настоящее время является внесение в них известняка или шелухи ракушечника. Ставится вопрос о необходимости разработки международных законов для предотвращения закисления водоемов. Кули на примере водоемов Канады показал, что в реках pH снижается до значений, опасных для рыб, а там, где он ниже 5.0, популяции лосося практически погибли. Для изучения возможных последствий кислых дождей на рыбные ресурсы водоемов Канады разработана национальная программа исследований, включающая мониторинг, лабораторные и полевые исследования. Работы ведутся с 1980 г. Уже получены результаты по обследованию 600 озер.

На симпозиуме с докладами выступили советские специалисты: Л.Д. Воронова – „Оценка опасности пестицидов, применяемых в сельском хозяйстве, на биоту водных экосистем“; Г.А. Сухоруков – „Современное состояние и перспективы развития в СССР системы оценок качества вод, включая токсичность, для целей моделирования, прогнозирования и мониторинга“; М.И. Кузьменко – „Механизмы детоксикации в природных водах“; Б.А. Флеров – „Изучение поведения водных животных для решения проблемы водной токсикологии“; В.И. Козловская – „Влияние фосфорорганических пестицидов на водных животных, биотестирование их токсичности“.

Доклады, представленные на симпозиум, показали, что основными загрязняющими веществами для водоемов и водотоков в настоящее время следует считать тяжелые металлы, аммоний, нефтепродукты, фосфор, пестициды. Наряду с химическими, инструментальными методами определения качества воды уделяется много внимания разработке методов биотестирования. Рассматриваются вопросы трансформации токсических веществ на экосистемном уровне, разрабатываются математические модели для прогнозирования состояния экосистем водоемов и целей мониторинга.

Материалы симпозиума будут опубликованы в журнале американского общества рыбного хозяйства.

Н.В. Б у т о р и н

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 576.8 : 577.472 (282.5)

Н.А. Лаптева

ВИДОВОЙ СОСТАВ ДОМИНИРУЮЩИХ ОЛИГОКАРБОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ ИЗ ЛЕСНЫХ ЛАМБ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

На территории Южной Карелии имеется много сильно гумифицированных малопроточных лесных озер – „лаб“. Некоторые из них, расположенные в районе г. Петрозаводска, были обследованы нами в августе и сентябре 1977 г. По температурному режиму они относятся в основном к димиктическому типу и только Ристанламба – к меромиктическому.

По уровню трофии Вороновская, Ристанламба и Карьерная принадлежат к хтониоолиготрофному типу, Линдламба, Польшамба – к мезотрофному. При этом высокая степень олиготрофии характерна для Вороновской ламбы, в которой прозрачность воды была равна 6 м, а ее электропроводность 10 мкСм. Озера Карасево и Корбламба относятся к евтрофному типу, так как долгое время удобрялись как рыбоводные пруды. Прозрачность воды в них не превышала одного метра.

Перечисленные озера характеризуются повышенным содержанием закисных форм железа и марганца, неравномерно распределяющихся по вертикали водной толщи. Обычно зона хемоклина совпадает с термоклином. Этот вопрос подробно исследовался Г.А. Дубининой [1]. Отметим, что в период наблюдений стратификация водной массы была выражена нечетко и зона термоклина располагалась ближе к придонным слоям. В оз. Карасево температура у дна была на 1,5 °С ниже, чем у поверхности. Повышенная цветность воды – 150–300° по хромокобальтовой шкале в большинстве озер наблюдалась в гипolimнии. Здесь же было отмечено максимальное число бактерий: в олиготрофных и мезотрофных от 1 до 2 млн. кл./мл, в евтрофных 5–7 млн. кл./мл. Продукция органического вещества за счет фотосинтеза фитопланктона была крайне низкой – 0,003–0,02 мг/л, и только в оз. Карасево составила 0,27 мг С/(л·сут).

Задача настоящей работы – изучить видовой состав доминирующих олигокарбофильных бактерий, выделенных из различных экологических ниш водной толщи озер (зоны максимального развития определенных видов микроорганизмов).

Для выделения олигокарбофилов в качестве среды использовали воду исследуемых озер с добавкой триптона в количестве 10 мг/л. Получение чистых культур изолированных бактерий производили по ранее описанному нами методу [3]. Морфолого-

физиологические и культуральные свойства выделенных культур микроорганизмов изучали на средах, приведенных в руководстве А.Г. Родиной [5] и определителе Скермана [7]. Идентификацию их до вида проводили по определителям [2, 6].

Видовой состав олигокарбофильных бактерий и их распределение в экологических нишах озер приведен в таблице, из которой видно, что они принадлежат к 9 родам и представлены 44 видами.

В олиготрофной Вороновской ламбе значительная часть бактерий относилась к родам *Arthrobacter* и *Mycobacterium*, количество клеток которых составляло 1 тыс. в миллилитре воды.

В таких озерах, как Польшамба, Линдламба, Карьерная, Ристанламба, где содержание железа достигало 10 мг/л, олиготрофные микроорганизмы принадлежали родам *Flavobacterium* и *Achromobacter*. Они присутствовали во всех экологических нишах водной толщи озер, но максимального развития (100 тыс. кл./мл) достигали в слое гипolimниона.

В гипolimнионе Карьерной ламбы был обнаружен максимум числа бактерий рода *Corynebacterium*.

Из зон, соответствующих эпилимниону и термоклину Линдламбы и Польшамбы, выделили виды рода *Arthrobacter*, а из гипolimниона – бактерии видов *Brevibacterium ammoniagenes*, *Micrococcus aureus*, *M. radiatus* с количеством клеток 10 тыс./мл.

Доминирующие виды олигокарбофильных бактерий евтрофных озер принадлежали к тем же систематическим группам, которые были обнаружены в других исследованных ламбах. Так, в слое эпилимниона Корбламбы обитали *Pseudomonas cohaerens* и *Achromobacter xerosis*, из термоклина выделили *Pseudomonas cohaerens*, *Brevibacterium fulvum*, *Flavobacterium dormitator*, *Corynebacterium michiganense*, *Arthrobacter* sp.

В оз. Карасево, где температурная стратификация отсутствовала и дефицит кислорода наблюдался лишь в придонных горизонтах, видовой состав микроорганизмов был наиболее разнообразным в экологической зоне фотосинтеза. Отсюда были выделены бактерии *Flavobacterium arborescens*, *Achromobacter butyri*, *Corynebacterium insectiphilum*, *Arthrobacter simplex* в количестве 100 тыс. кл. в миллилитре воды. В придонном слое воды обитали *Brevibacterium fulvum* (100 тыс. кл./мл), *Arthrobacter simplex*, *Corynebacterium michiganense*, число которых составило 10 тыс. кл./мл. Незначительное разнообразие видов бактерий в придонном горизонте оз. Карасево объясняется тем, что основная масса микроорганизмов, как показали электронно-микроскопические исследования [4], принадлежали к редким организмам, в частности к простейшим. Их следует выделять на специфических питательных средах.

Распределение олигокарбофильных микроорганизмов в
дистрофных озерах

Озеро	Вид бактерий	Число бактерий, тыс. кл./мл	Экологическая ни- ша разви- тия бак- терий
Вороновское	<i>Pseudomonas</i> sp.	1.0	Эпилимнион
	<i>Arthrobacter</i> sp.	1.0	Термоклин
	<i>Mycobacterium</i> sp.	1.0	"
Карьерная	<i>Arthrobacter</i> sp.	1.0	Гиполимнион
	<i>Flavobacterium dormitator</i>	10.0	Эпилимнион
	<i>Flavobacterium</i> sp.	10.0	"
	<i>Achromobacter stenohalis</i>	10.0	"
	<i>Flavobacterium fucatum</i>	100.0	Термоклин
	<i>Pseudomonas boreopolus</i>	10.0	"
	<i>Corynebacterium michiganense</i>	100.0	Гиполимнион
	<i>Flavobacterium fucatum</i>	100.0	"
	<i>Fl. tutescens</i>	100.0	"
	<i>Corynebacterium</i> sp.	100.0	"
Ристанламба	<i>Achromobacter delicatulus</i>	10.0	Эпилимнион
	<i>Mycobacterium phlei</i>	10.0	"
	<i>Achromobacter delmarvae</i>	10.0	Термоклин
	<i>Pseudomonas ambigua</i>	10.0	Гиполимнион
	<i>Achromobacter butyri</i>	100.0	"
	<i>Flavobacterium lalustinum</i>	100.0	"
Польламба	<i>Arthrobacter</i> sp.	1.0	Эпилимнион
	<i>Arthrobacter</i> sp.	1.0	"
	<i>Flavobacterium peregrinum</i> *	1.0	"
	<i>Arthrobacter</i> sp.	10.0	Термоклин
	<i>Pseudomonas rugosa</i> *	10.0	"
	<i>Brevibacterium ammonia- genes</i>	10.0	Гиполимнион
Линдламба	<i>Flavobacterium sulfureum</i>	10.0	Эпилимнион
	<i>Flavobacterium</i> sp.	10.0	"
	<i>Achromobacter delicatulus</i>	10.0	"
	<i>Arthrobacter simplex</i>	10.0	"
	<i>Caulobacter bacteroides</i>	1.0	Термоклин
	<i>Micrococcus</i> sp.	10.0	Гиполимнион
Корбламба	<i>M. radiatus</i> *	10.0	"
	<i>Achromobacter herosis</i>	10.0	Эпилимнион
	<i>Pseudomonas cohaerens</i>	10.0	"
	<i>Arthrobacter tumescens</i> *	10.0	Термоклин
	<i>Brevibacterium fulvum</i> *	10.0	"
	<i>Pseudomonas cohaerens</i> *	10.0	"

Озеро	Вид бактерий	Число бактерий, тыс. кл./мл	Экологическая ниша раз- вития бак- терий
Карасево	<i>Flavobacterium dormitator</i>	100.0	Термоклин
	<i>Corynebacterium michiga- nense</i>	100.0	"
	<i>Arthrobacter</i> sp.	100.0	"
	<i>Mycobacterium lacticum</i>	10.0	Гиполимнион
	Дрожжи	100.0	"
	<i>Flavobacterium arborescens</i>	100.0	Эпилимнион
	<i>Achromobacter butyri</i>	100.0	"
	<i>Corynebacterium insectiphi- lium</i>	100.0	"
	<i>Arthrobacter simplex</i>	100.0	"
	<i>Brevibacterium fulvum</i>	100.0	Придонный слой
	<i>Arthrobacter simplex</i>	10.0	Там же
	<i>Corynebacterium michiga- nense</i>	10.0	"

* - По некоторым культуральным свойствам выделенные виды отличались от указанных видов в определителе.

Таким образом, из воды гумифицированных лесных ламб вы- делили наибольшее количество видов, принадлежащих к родам *Pseudomonas* (11) и *Corynebacterium* (10). В зонах эпи- лимниона и термоклина, как правило, присутствовали бактерии родов *Pseudomonas* и *Achromobacter*. Виды микроорга- низмов родов *Brevibacterium* и *Corynebacterium* приуро- чены к слою термоклина и придонному горизонту гиполимниона.

Л и т е р а т у р а

1. Д у б и н и н а Г.А. Изучение экологии железобактерий прес- ных водоемов. - Изв. АН СССР. Сер. биол., 1976, № 4, с. 575-592.
2. К р а с и л ь н и к о в Н.А. Определитель бактерий и акти- номисетов. М., 1949. 829 с.
3. Л а п т е в а Н.А. Формы микроорганизмов в некоторых лес- ных ламбах Карелии. - Микробиология, 1983, т. 52, вып. 1, с. 114-118.
4. Л а п т е в а Н.А., К у з н е ц о в С.И. Автохтонная мик- рофлора пресных водоемов. - В кн.: Микробиологические и

- химические процессы деструкции органического вещества в водоемах. Л., 1979, с. 75-94.
5. Р о д и н а А.Г. Методы водной микробиологии (практическое руководство). М.; Л., 1965. 363 с.
 6. B e r g e y s Manual of Determinative bacteriology. 7th ed. Baltimore, 1957. 1094 p.; 8th ed., 1974. 1268 p.
 7. S k e r m a n V.B.D. A guide to the identification of the Genera of Bacteria. 2th ed. Baltimore, 1967. 303 p.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 582.26

С.И. Генкал, А.Е. Кузьмина

О НОВЫХ ЦЕНТРИЧЕСКИХ ДИАТОМЕЯХ ДЛЯ ФЛОРЫ ЕНИСЕЯ

Наиболее полно изучен состав альгофлоры Верхнего Енисея. По исследованию среднего и нижнего течения реки имеется лишь несколько работ [1, 3-10].

Нами с помощью трансмиссионного электронного микроскопа были обработаны пробы фитопланктона из Среднего Енисея и Нижнего Енисея, собранные в сентябре 1972 г. и в октябре 1973 г. Условия обитания и видовой состав обнаруженных таксонов кратко представлены в табл. 1, 2.

Приводим краткие диагнозы таксонов.

Thalassiosira pseudonana Hasle et Heimdal (см. рисунок, г) [11], 565, fig. 23-38.

Клетки 2-3,3 мкм в диаметре. На загибе створки 4-6 краевых подпертых и один шелевидный вырост.

Cyclotella atomus Hust. (см. рисунок, е) [13], 398, abb. 486.

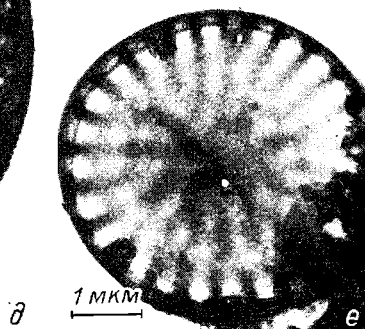
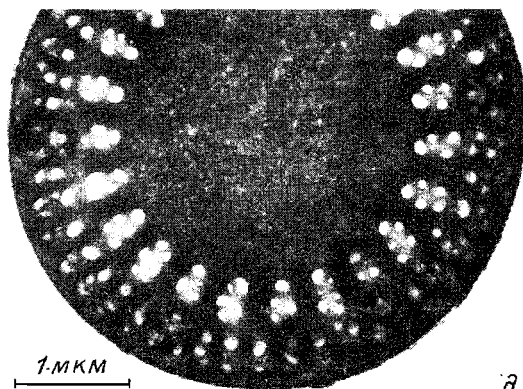
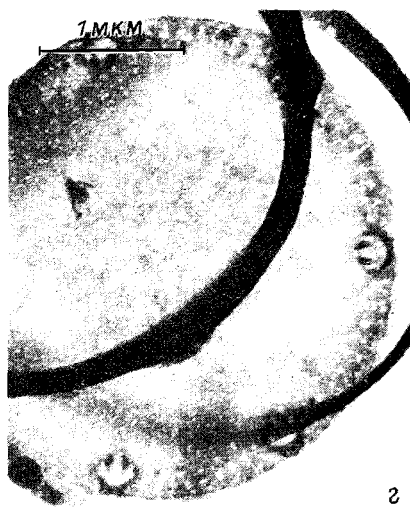
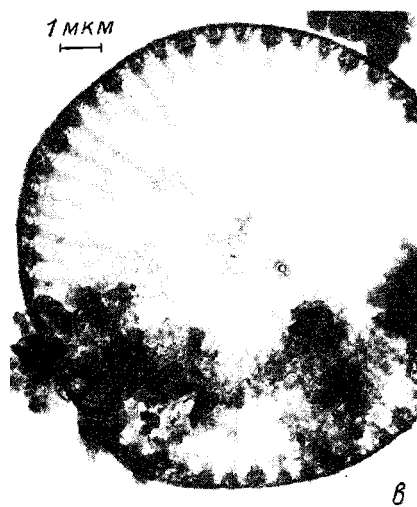
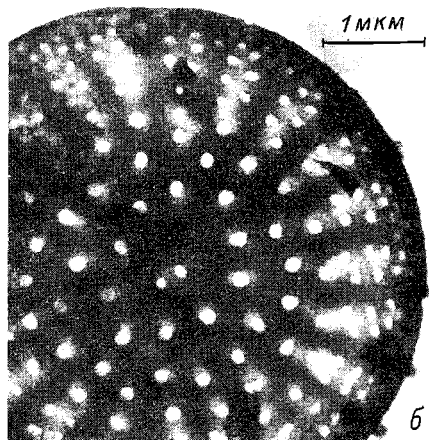
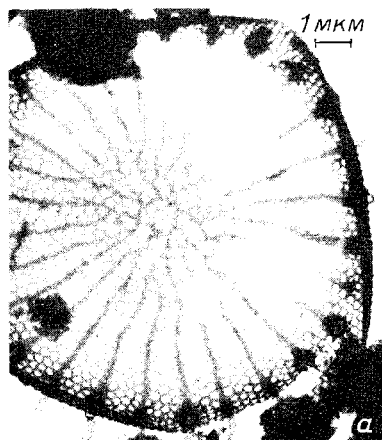
Клетки 4-6 мкм в диаметре. Число альвеолярных штрихов 20-25 в 10 мкм. В центре створки один подпертый вырост. На загибе створки кольцо из подпертых выростов и один шелевидный.

Cyclotella pseudostelligera Hust. (см. рисунок, д) [13], 397, abb. 485.

Клетки 3,5-9 мкм в диаметре. Число альвеолярных штрихов 20-30 в 10 мкм. Структура центрального поля варьирует от наличия розетки до полного ее отсутствия. На загибе створки кольцо из 6-9 подпертых выростов и один шелевидный.

Stephanodiscus tenuis Hust. var. *tener* Genkal et Kuzmin (см. рисунок, а) [2], 1309, рис. 1.

Клетки 10-11 мкм в диаметре. Ареолярных штрихов 10 в 10 мкм. Ареолы в центре сгруппированы в розетку, окруженную



Т а б л и ц а 1

Характеристика воды р. Енисей на створах взятия проб

Место и срок сбора проб	Температура, °С	Прозрачность, м	Скорость течения, м/с	ph	O ₂ , мг/л	Сумма ионов, мг/л
Выше устья р. Ангара, 5 IX 1972	10,5	2	0,6-1,7	7,7	8,6-9,1	148
Нижее устья р. Ангара (с. Поповское), 7 IX 1972	9,5-10,3	2	0,5-1,7	7,8	9-10	303
С. Ярцево, 10 IX 1972	8,7-10	2,1	0,6-1,3	7,8	9,4-10	220
Нижее г. Дудинки, 5 X 1972	3,0	2,4	-	7,4	10-12	128
Выше с. Верхнеимбатск, 13 X 1973	-	-	-	7,2	до 12,9	152
Г. Игарка, 5 IX 1973	15,4	1,2	0,2-0,4	7,2	9-9,2	167

бесструктурным кольцом. Ряды ареол одинарные, к краю створки переходящие в 4-5-рядные. На загибе створки кольцо из подпертых и один шелевидный вырост.

Stephanodiscus invisitatus Hohn et Hellerman (см. рисунок, в) [12], 277, tab. 1, fig. 7.

Клетки 10-11,5 мкм в диаметре. Ареолярных штрихов 14-18 в 10 мкм. Ареолы в центре сгруппированы в розетку, окруженную бесструктурным кольцом. Ряды ареол одинарные, переходящие в двойные к краю створки. В центре створки расположен подпертый вырост. На загибе створки кольцо из подпертых и один шелевидный вырост.

Stephanodiscus perforatus Genkal et Kuzmin (см. рисунок, б) [2], 1310, рис. 3.

Клетки 3,6-7,2 мкм в диаметре. Ареолярных штрихов 15-20 в 10 мкм. В центре створки располагаются крупные, беспорядочно разбросанные ареолы и один подпертый вырост. Ряды ареол одинарные, переходящие в двойные к краю створки. На загибе створки кольцо из подпертых и один шелевидный вырост. Вид достигает максимальных значений в июне-июле в устье Ангара и в Енисее ниже ее владения (с. Поповское, г. Енисейск).

Таким образом, применение методов электронной микроскопии позволило выявить новые для флоры Енисея нанопланктонные формы центрических диатомей.

Электронные микрофотографии створок центрических диатомей (объяснения в тексте).

Т а б л и ц а 2

Список новых центрических диатомовых водорослей р. Енисей

Вид	Выше устья р. Ангара- ры	С. По- повс- кое	С. Яр- цево	Ниже г. Ду- динки	Выше с. Вер- хне- имбатск	Г. Игар- ка	Галоб- ность	Место- обита- ние	Распро- стране- ние
<i>Thalassiosira pseudonana</i> Hasle et Heimdal					+		oh-ml	P	ш. р.
<i>Cyclotella atomus</i> Hust.	+	+					hl	P	ш. р.
<i>C. pseudostelligera</i> Hust.	+		+	+	+	+	oh	P	ш. р.
<i>Stephanodiscus tenuis</i> Hust.				+	+		oh	P	=
var. tener Genkal et Kuzmin									
<i>St. invisitatus</i> Hohn et Hel- lerman	+	+					i	P	ш. р.
<i>St. perforatus</i> Genkal et Kuzmin		+	+	+	+		i	P	=

П р и м е ч а н и е. „=“ - вид, малоизученный в фитогеографическом отношении; ш. р. - широко распространённый; oh - олигалоб; ml - мезогалоб; hl - галоб; i - индифферент; P - планктонный; „+“ - местонахождение.

Л и т е р а т у р а

1. Б е р е з о в с к и й А.И. Гидробиологические исследования реки Енисей. - Тр. Сиб. ихтиол. лаб., 1925, т. 2, вып. 2, с. 19-42.
2. Г е н к а л С.И., К у з ь м и н Г.В. Новые таксоны рода *Stephanodiscus* Ehr. (Bacillariophyta). - Ботан. журн., 1978, т. 63, № 9, с. 1309-1313.
3. Д р ю к к е р В.В., К о р н а к о в а Э.Ф., К у з ь м и н а А.Е., Ш е в е л е в а Н.Г. Осенний планктон нижнего Енисея. - В кн.: Биологические проблемы Севера. Якутск, 1974, вып. 2, с. 98-103. (Тез. докл.).
4. К у з ь м и н а А.Е. Особенности формирования фитопланктона р. Енисей от Красноярского водохранилища до устья. - В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства Средней Азии и Казахстана. Душанбе, 1976, с. 94-96.
5. К у з ь м и н а А.Е. Состав и распределение фитопланктона реки Енисей. - В кн.: Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспектива их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978, с. 301-304.
6. Л е в а д н а я Г.Д. Фитобентос Среднего и Нижнего Енисея. - В кн.: Природные комплексы низших растений Западной Сибири. Новосибирск, 1977, с. 21-43.
7. П и р о ж н и к о в П.Л. Исследование и использование водоемов Сибири. М., 1932. 173 с.
8. П и р о ж н и к о в П.Л. Зоопланктон реки Енисей и Енисейской губы и его роль в питании рыб. - Тр. Всесоюз. арктич. ин-та, Л., 1937, т. 98, с. 4-61.
9. (С к в о р ц о в Б.В.) S k v o r t z o w B.V. Diatoms from Jenisei river and its tributaries, middle part of Siberia, Western Asia. - Philipp. J. Sci., 1969, vol. 98, N 1, p. 57-113.
10. У с а ч е в П.И. Материалы к флоре водорослей р. Енисей. - Тр. Сиб. науч.-рыбхоз. станции, 1928, т. 3, вып. 2. 84 с.
11. H a s l e G.R., H e i m d a l B.R. Some species of the centric diatom genus *Thalassiosira* studied in the light and electron microscopes. - Beih. Nova Hedwigia, 1970, vol. 31, p. 543-581.
12. H o h n M.N., H e l l e r m a n J. The taxonomy and structure of diatom population from three North American rivers using three sampling methods. - Trans. Amer. Microsc. Soc., 1963, vol. 87, p. 250-329.
13. H u b e r - P e s t a l o z z i G. Das Phytoplankton des Susswassers. - In: Thienemann's Binnengewasser. Stuttgart, 1942, Bd 16, T. 2, H. 2, S. 367-549.

Институт биологии

внутренних вод АН СССР

Лимнологический институт СО АН СССР

А.П. М ы л ь н и к о в

МОРФОЛОГИЯ И ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ *HISTIONA*
AROIDES PASCHER (CHRYSTOPHYTA)

В пробах, взятых со дна Барского пруда пос. Борок Ярославской области, обнаружен жгутиконосец, который подходит к характеристике рода *Histiona* Voigt, 1902 [3] и определен как *H. aroides* Pascher [2]. Однако у этого организма обнаружен ряд морфологических особенностей, не указанных в первоописании. Поэтому представляет интерес подробное изучение морфологии и жизненного цикла данного простейшего в лабораторных условиях. После выделения в культуру и клонирования жгутиконосца пересаживали в среду Пратта с добавлением бактерий *Escherichia coli* или молока (0.05 мл/л среды).

Изучение морфологии проводилось в чашках Петри в живом и фиксированном состояниях. В качестве фиксатора применялись реактив Шаудина или метиловый спирт. Окраску мазков проводили по Гимза-Романовскому или железным гематоксилином по Гейденгайну.

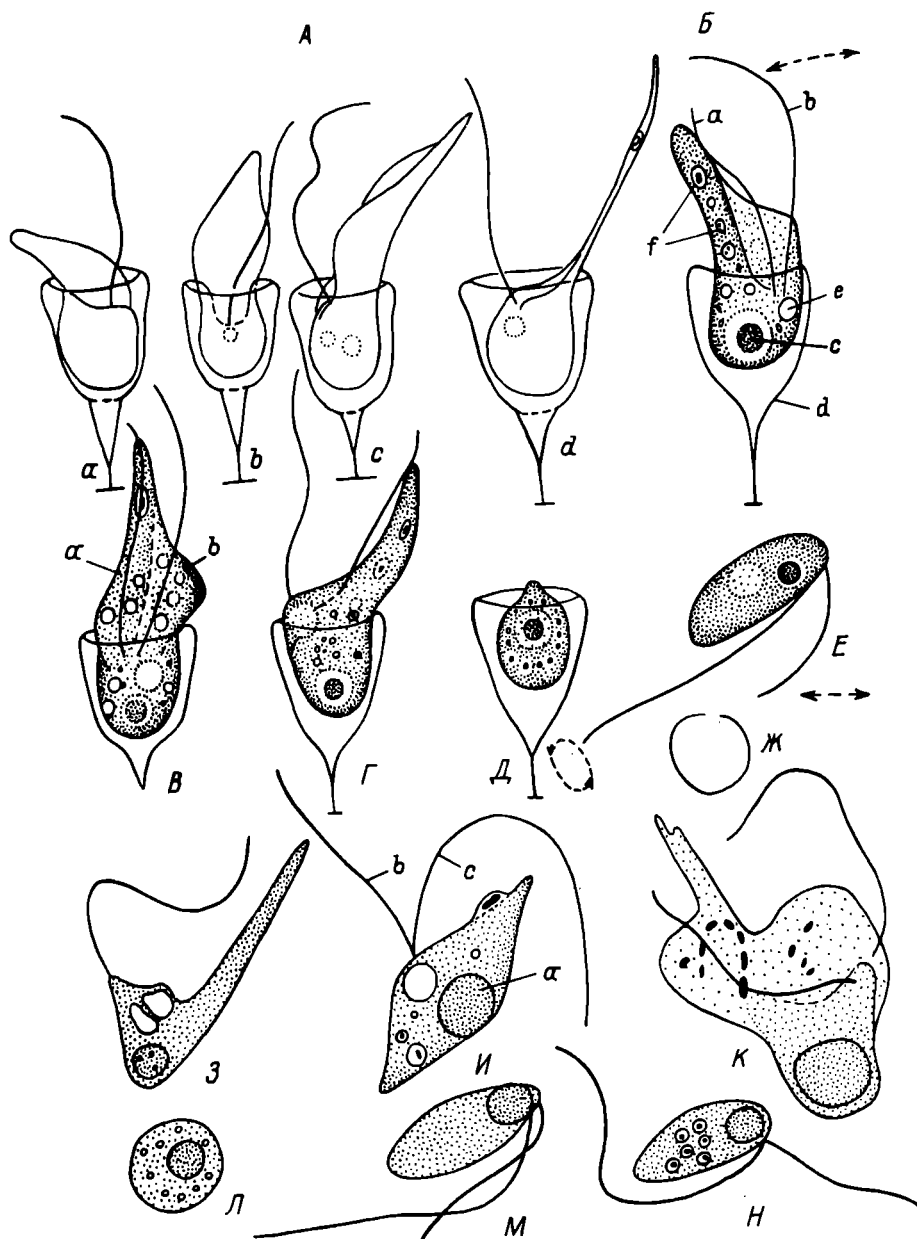
Жизненный цикл выделенного жгутиконосца состоит из 2 вегетативных стадий (прикрепленной в домике и плавающей) и стадии покоящейся цисты.

Длина тела прикрепленной особи достигает 7.6-15.2 мкм, ширина соответственно 3.3-6.3 мкм. Форма тела жгутиконосца грушевидная. Большая часть тела погружена в широкую часть домика. Домик прозрачный, гладкий, бокаловидный, с ножкой или без нее (см. рисунок, А-Н). Верхний край домика немного загнут внутрь. Не обнаружено какого-либо прикрепления цитоплазмы тела к домику.

Верхняя часть клетки представляет собой цитоплазматический вырост („губу“), имеющий более толстую („собственно губу“) и тонкую части („парус“). „Губа“ обычно наполнена пищеварительными вакуолями. „Парус“ прозрачен и малозаметен. У основания „губы“ близко друг от друга отходят 2 неравных жгутика. Длинный жгутик (12.5-20.2 мкм) совершает гребневидные движения и создает ток жидкости, направленный на „парус“. Малый жгутик (7.3-9.8 мкм) периодически колеблется, его верхняя часть упирается в „губу“. Этот жгутик перемещает бактерии к верхней части „губы“ и, вероятно, тем самым способствует поглощению их цитоплазмой. Оформленного ротового отверстия нет. Сократительная вакуоль расположена около основания жгутиков. Крупное ядро с кариосомой расположено в нижней части клетки и окружено гранулами. Порошицы нет.

Морфология и жизненный цикл *Histiona aroides*.

А, а-d - *Histiona aroides* (по: [2]). Б - *H. aroides* (оригинал). Б, Г - общий вид особей прикрепленной стадии; а -



короткий жгутик, в - длинный жгутик, с - ядро, д - пищеварительные вакуоли. В - форма с домиком без ножки; а - „собственно губа“, б - „парус“. Д - циста в домике. Е - плавающая форма. З - оболочка цисты. И-Н - окрашенные препараты по Гимза-Романовскому.

В теле хорошо заметно движение цитоплазмы. Поглощенные бактерии сначала перемещаются к верхней части „губы“, затем – к ее основанию. Пищеварительные вакуоли с бактериями немного выдаются над поверхностью тела. Форма тела варьирует незначительно. Обычно изменения затрагивают длину „губы“ и форму „паруса“. Форма домика более константна.

Расселительная (подвижная) стадия жгутиконосца представлена плавающими особями более или менее веретеновидной формы. Выростов на теле нет. Ядро спереди, у основания жгутиков. Сократительная вакуоль заметна не у всех особей. Жгутики совершают гребневидные движения. Длинный жгутик, кроме того, вращает своим дистальным концом. После непродолжительного плавания особи прикрепляются к субстрату околюядерным концом тела. Затем вырастает „губа“ и образуется домик.

Инцистирование обнаружено только у прикрепленных особей. После отбрасывания жгутиков тело округляется и уплотняется. Вакуоли не просматриваются. Циста обычно остается внутри домика. Диаметр цисты достигает 4.9–5.7 мкм. После эксцистирования остается тонкая оболочка цисты. Оболочка имеет отверстие. Пустая циста может длительно сохраняться, не разрушаясь в чашке Петри.

Пашер [1] дает следующее первоописание *H. aroides* (см. рисунок, А, а–д). Тело жгутиконосца шаровидное с ризоподияльным выростом. Жгутиконосец сидит в домике. Домик с ножкой или без нее. Стенка воронковидного домика тонкая и прозрачная. Длина тела 7–12 мкм, ширина – 6–7 мкм. Один длинный жгутик. Сократительная вакуоль около ядра, которое располагается в центре тела. Поглощение пищи происходит при помощи выроста тела. Размножение косопоперечным делением.

Следовательно, выделенный нами организм с некоторыми уточнениями можно отнести к виду *H. aroides* Pascher. К отличительным особенностям относятся дополнительный жгутик, цисты и расселительная стадия жизненного цикла, не указанные Пашером. Более подробное описание данного организма, приведенное нами, существенно сближает его с недавно переисследованным видом *H. velifera* (Voigt) Pascher [2]. Последние авторы на основании некоторых признаков – жгутики разной длины, наличие домика и цисты с пробочкой – сравнивают *H. velifera* с представителями золотистых водорослей (*Chrysophyta*). Изученный нами организм по тем же признакам также может быть отнесен к отделу *Chrysophyta*, а не к бесцветным жгутиконосцам отряда *Bicosoecida*, к которым его ранее относил Пашер.

Л и т е р а т у р а

1. Pascher A. Eine neue Art der farblosen Flagellatengattung *Histiona* aus den Uralpen. – Arch. Protistenk., 1943, Bd 96, H.2, S. 288–294.

2. P e t e r s e n J.B., H a n s e n J.B. On some neuston organisms. III. - Bot. tidsskr., 1961, vol. 57, p. 293-405.
3. V o i g t M. Neue Organismen aus Plöner Gewässern. - Forschungsber. Biol. Stat. zu Plön., 1902, Bd 9, S. 33-46.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.583 (285 В)

В.Н. С т о л б у н о в а

ЗООПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ УГЛИЧСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Зоопланктон прибрежной зоны Угличского водохранилища до сих пор подробно не изучался. Имеются лишь фрагментарные данные за 1941-1942 и 1956 гг. [1, 2].

В настоящей работе дается более подробная характеристика состояния зоопланктона мелководий. В 1974-1975 гг. обследовалось побережье: защищенное (верхний заросший горизонт с глубинами 0.5-1.0 м и нижний, лишенный зарослей, 1.5-2.0 м - 14 станций) и открытое - 10 станций с глубинами 0.5-1.0 м и 1.5-2.0 м. Для сравнения зоопланктон отбирали в глубоководной зоне водохранилища (6 станций с глубинами 7-20 м). Всего собрано (с мая по октябрь за оба года) и обработано 215 количественных проб по общепринятой методике [3].

Весной (май) в верхнем и нижнем горизонтах защищенного мелководья развивались в основном коловратки (до 555 тыс. экз./м³) - *Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Conochilus unicornis* и др. Встречались науплии и колеподиты *Mesocyclops leuckarti* и *Eucyclops serrulatus*, а также *Bosmina longirostris*, достигшая в середине июня своего наибольшего развития (до 3220 тыс. экз./м³). Наибольшие биомассы зоопланктона отмечены в июле в защищенном побережье, особенно в его верхнем заросшем горизонте. Здесь *Polyphemus pediculus* достигал 3.2 г/м³, *Ceriodaphnia pulchella* - 2.5 г/м³, *Sida crystallina* - 7.5 г/м³.

В нижнем горизонте, лишенном зарослей, к этим формам примешивались пелагические *Daphnia cucullata* и *Bosmina coregoni coregoni*, но общая биомасса зоопланктона была в 1.5-1.7 раза меньше, чем в заросшем верхнем горизонте. В августе появились хидориды, которые затем постоянно отмечались в побережье, но общая биомасса зоопланктона к октябрю снизилась (рис. 1, 2).

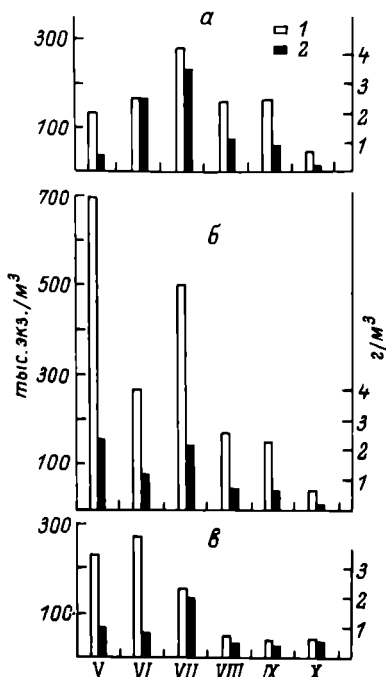
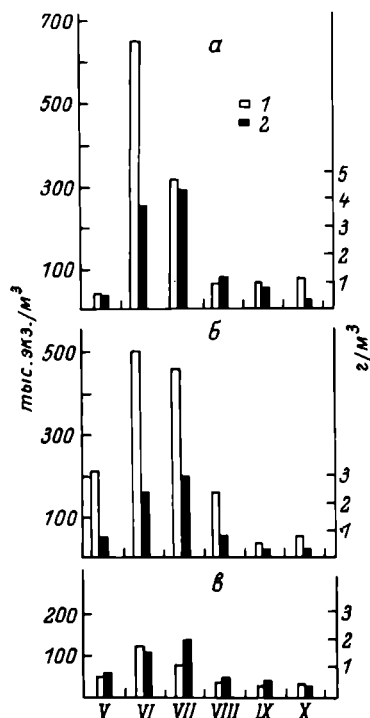


Рис. 1. Динамика численности (1) и биомассы (2) зоопланктона в водохранилище в 1974 г.

а - верхний горизонт защищенного мелководья (0.5-1.0 м); б - нижний горизонт защищенного мелководья (1.5-2.0 м); в - глубоководная зона водохранилища (7-20 м). По оси ординат: слева - численность, справа - биомасса; по оси абсцисс - месяц.

Рис. 2. Динамика численности (1) и биомассы (2) зоопланктона в водохранилище в 1975 г.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

В открытом мелководье и глубоководной зоне водохранилища зоопланктон состоял исключительно из пелагических форм. Своего максимума он достигал, как и в защищенном побережье, в июле (рис. 1-3), но за счет *Daphnia cucullata* и *Bosmina coregoni*.

Таким образом, максимальная биомасса зоопланктона на протяжении всего периода исследования наблюдалась в июле в верхнем заросшем горизонте мелководья, для которого характерны

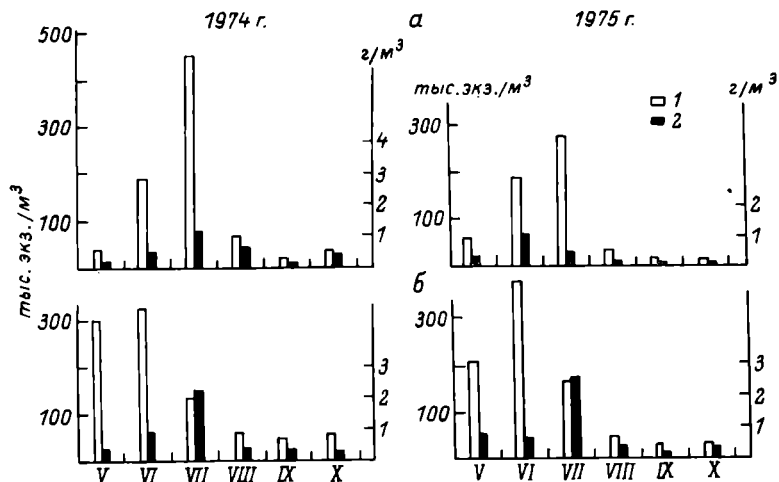


Рис. 3. Динамика численности (1) и биомассы (2) зоопланктона в открытом мелководье Угличского водохранилища в 1974–1975 гг.

а – глубина 0,5–1,0 м; б – глубина 1,5–2,0 м. По оси ординат: слева – численность, справа – биомасса; по оси абсцисс – месяц.

Биомасса зоопланктона летом 1974 г., г/м³

Водохранилище	Июнь	Июль	Среднее
Иваньковское	5.03	13.40	9.22
Угличское	3.81	4.33	4.07
Рыбинское	4.38	2.53	3.46

прибрежные и фитофильные формы. Средняя биомасса в периоды максимумов составляла 3.44–4.33 г/м³.

Нижний горизонт прибрежной зоны, лишенный хорошо развитых зарослей, занимал промежуточное положение между заросшей литоралью и пелагическими участками. Общая биомасса его ниже, чем на верхнем горизонте (в периоды максимумов – 2.06–2.93 г/м³), но выше, чем на русловых участках.

Зоопланктон открытых мелководий почти не отличался от зоопланктона глубоководных зон водохранилища (средняя биомасса соответственно 0.6 и 0.9 г/м³).

Сравнение летних биомасс зоопланктона защищенного мелководья в Угличском, Иваньковском и Рыбинском (район пос. Борок) водохранилищах показывает, что в Угличском водохранилище защищенное мелководье несколько богаче, чем в Рыбинском, но значительно беднее, чем в сильно заросших и недоступных для прибойного волнения крупных заливах Иваньковского водохранилища (см. таблицу).

1. М о р д у х а й-Б о л т о в с к а я Э.Д. Зоопланктон Иваньковского и Угличского водохранилищ в 1955-1956 гг. - Тр. ин-та биол. водохранилищ. АН СССР, 1959, вып. 1(4), с. 161-175.
2. С е б е н ц о в Б.М., М е й с н е р Е.В. Рыбоводно-биологические основания рыбохозяйственного освоения Угличского водохранилища. - Тр. Всерос. н.и. ин-та прудового рыб. хоз-ва, 1947, т. 4, с. 25-71.
3. С т о л б у н о в а В.Н. Зоопланктон прибрежной зоны Рыбинского и Иваньковского водохранилищ в 1971-1974 гг. - В кн.: Гидробиологический режим прибрежных мелководий верхневолжских водохранилищ. Ярославль, 1976, с. 170-212.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 577. 472 (28)

В.А. Б а б и ц к и й

ПОСТУПЛЕНИЕ И ВЫНОС ДОННОЙ МИКРОФАУНЫ В МЕЗОТРОФНОМ ОЗЕРЕ

Данные, характеризующие состав поступающего и выносящего взвешенного органического вещества, позволяют оценить роль определенных групп организмов в общем балансе вещества и энергии водоема. В равной степени такие данные представляют интерес для практики рыбохозяйственных исследований, так как в состав дрейфующих организмов входят кормовые объекты рыб.

Цель настоящих исследований - изучение поступления и выноса (дрифта) организмов микрозообентоса в мезотрофном оз. Нарочь (БССР). Наблюдения проводили с июня 1979 по май 1980 г. на р. Скеме, вытекающей из евтрофного оз. Мястро и впадающей в оз. Нарочь, и на р. Нарочанке, вытекающей из оз. Нарочь. Р. Скема почти на 50% определяет приходную часть водного баланса оз. Нарочь. Расходная часть баланса определяется стоком р. Нарочанки (55.7%) и испарением (44.3%) [4]. Пробы отбирали 1-2 раза в месяц в дневное время со средней глубины потоков конической планктонной сетью (сито № 66), ставившейся входным отверстием перпендикулярно течению, в р. Скеме в 10-15 м от ее устья, в р. Нарочанке в 50 м от ее истока. Параллельно измеряли температуру воды и скорость течения (рис. 1, а, б). Предварительные исследования показали, что оптимальное время лова на р. Скеме равно одной минуте, на р. Нарочанке - 3 мин. Зная скорость течения, площадь вход-

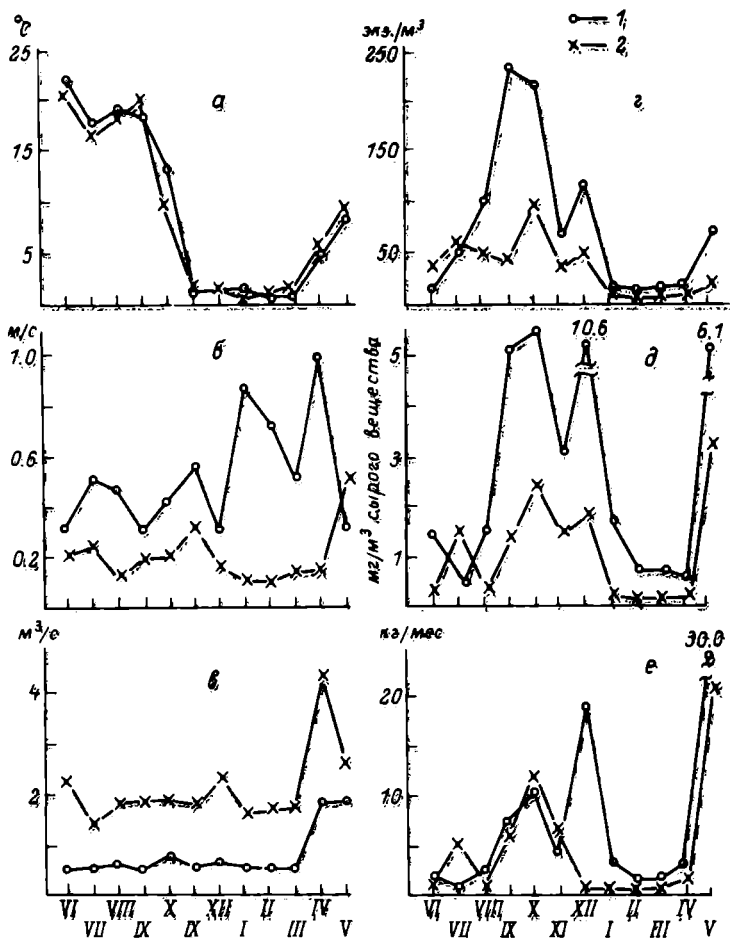


Рис. 1. Динамика среднемесячной температуры (а), скорости течения (б), расхода воды (в), численности (г), биомассы (д) и месячного расхода биомассы (е) дрейфующего микробентоса в реках Скеме (1) и Нарочанке (2).

По оси абсцисс – месяц,

ного отверстия сети и время дова, нетрудно рассчитать объем воды, профильтрованной через сеть.

Видовой состав дрейфующего микробентоса в обеих реках был сходным. Наиболее разнообразно были представлены микробентические клadoцеры сем. *Chydoridae* – по 10 видов в 2 реках. Среди этой группы наиболее часто встречались *Monospilus dispar* Sars., *Rhynchotalona falcata* (Sars) и *Alona affinis* Leydig. В годовом цикле встречаемость разных

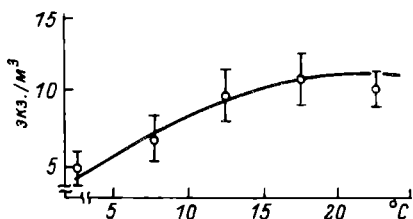


Рис. 2. Зависимость числа одновременно встреченных видов от температуры воды.

По оси ординат — число видов; по оси абсцисс — температура.

видов и групп беспозвоночных значительно варьировала. В реках Скеме и Нарочанке максимальная встречаемость от общего числа зарегистрированных видов отмечалась соответственно в августе и июле (81 и 61%), минимальная — в феврале и январе (10 и 9%). Сходство видового состава микробентоса и температурного режима в обеих реках (рис. 1, а) позволило объединить полученные данные и получить зависимость числа одновременно встреченных видов и групп от температуры воды (рис. 2). Как видим, в диапазоне температур от 1 до 25 °C с дискретностью в 5 °C видовое разнообразие до температуры 14–15 °C возрастало и затем оставалось примерно на одном уровне.

В динамике численности микробентоса в обеих реках зарегистрировано по 2 отчетливо выраженных максимума (рис. 1, г). В р. Скеме максимальные величины приходились на сентябрь, октябрь и декабрь, в р. Нарочанке — на июль и октябрь. Наименьшая численность дрейфующего микробентоса приходилась на подледный период с января по апрель (не более 10–15 экз./м³). Среднегодовая численность микробентоса в р. Скеме составила 77 экз./м³, в р. Нарочанке — 43 экз./м³. В р. Скеме, вытекающей из евтрофного озера, она оказалась выше, чем в р. Нарочанке, вытекающей из мезотрофного озера. Отметим, что среднегодовая численность микробентоса в оз. Нарочь была в 16 раз выше, чем в оз. Мястро [1].

В отличие от изменения численности в динамике биомассы дрейфующего микробентоса изученных рек отмечен третий, отчетливо выраженный максимум, приходившийся на май (рис. 1, д). Наибольшая биомасса микробентических животных в р. Скеме отмечена в декабре, в р. Нарочанке — в октябре, среднегодовая биомасса микробентоса в реках была равна соответственно 2.8 и 1.1 мг/м³. На протяжении года в составе дрейфующего микробентоса преобладали олигохеты, кладоцеры и хирономиды, на долю которых в р. Скеме в сумме приходилось 59% от общей биомассы, в р. Нарочанке — 73%. Однако среди этой группы в первой реке доминировали олигохеты (35% от среднегодовой биомассы), во второй — хирономиды (33%). В целом следует отметить сходство динамики численности и динамики биомассы микробентоса в обеих реках. Получить какую-либо взаимосвязь между суммарной численностью или биомассой микробентоса и некоторыми абиотическими факторами среды (температура, скорость течения, расход воды) не удалось, хотя в литературе есть

указание на то, что количество дрейфующих донных животных зависит от скорости течения в потоке [5].

Располагая данными по расходу воды (рис. 1, в) и биомассе микробентоса, нетрудно рассчитать расход биомассы этих животных (рис. 1, е). В обеих реках наблюдалось 3 максимума месячного расхода биомассы. В р. Скеме они приходились на октябрь (10.7 кг/мес), декабрь (18.6) и май (30.0 кг/мес); в р. Нарочанке – на июль (5.5 кг/мес), октябрь (11.8) и май (21.9 кг/мес). За год в оз. Нарочь из оз. Мястро по р. Скеме в составе дрейфа поступало более 83 кг сырой биомассы микробентоса, а по р. Нарочанке выносилось около 55 кг. Как видим, поступление микробентоса в оз. Нарочь в 1.5 раза превышало его сток из этого водоема.

Исследованиями, проведенными ранее [2], была выявлена четкая суточная ритмичность динамики биомассы дрейфующего микробентоса в реках. В летний период наибольшая биомасса микробентоса зарегистрирована в 24 и 4 ч. Расчеты показали, что с учетом продолжительности светового дня биомасса дрейфующего микробентоса в ночное время в р. Скеме была в 3 раза, а в р. Нарочанке в 10 раз больше, чем днем. Полученные данные подтверждаются данными, имеющимися в литературе [6, 7]. Исходя из этого, для последующих приблизительных расчетов был использован коэффициент, равный 3. В этом случае годовое поступление микробентоса в составе дрейфа из оз. Мястро в оз. Нарочь составит примерно 250 кг, а вынос этих организмов из оз. Нарочь – 150 кг. Среднегодовая биомасса микробентоса в озерах Нарочь и Мястро равна 1.3 и 3.3 г/м². При площади зеркала этих озер 80 и 13 км² запас биомассы в них составит 104 и 43 т соответственно.

Проведя несложные расчеты, получим, что потери биомассы микробентических животных в оз. Мястро за счет их выноса в оз. Нарочь, так же как и вынос их из последнего озера, составят менее 1% от ее запасов в озерах, т. е. ничтожно малую величину. Располагая данными по биомассе и продукции ихтиофауны и ее кормовых организмов в оз. Нарочь [3], можно сделать вывод, что и поступление, и вынос дрейфующего микробентоса не могут оказать существенного влияния на кормовую базу рыб в этом озере.

Л и т е р а т у р а

1. Б а б и ц к и й В.А. Микрзообентос трех озер разного типа. – Гидробиол. журн., 1980, т. 16, № 1, с. 38–45.
2. Б а б и ц к и й В.А. Суточная динамика дрейфа кормового для рыб микрзообентоса в условиях мезотрофного озера. – В кн.: Проблемы развития рыбоводства в БССР и Прибалтийских республиках. Минск, 1981, с. 31–33.

3. В и н б е р г Г.Г., Б а б и ц к и й В.А., Г а в р и л о в С.И. и др. Биологическая продуктивность озер разного типа. - Вкн.: Биопродуктивность озер Белоруссии. Минск, 1971, с. 5-33.
4. К у р с а к о в а И.М., И о д о А.А. Водный баланс озера Нарочь. - Тр. Всес. н.-и. ин-та гидротехн. и мелиор., 1978, № 6, с. 32-35.
5. М о в ч а я В.А., П р и м а ж А.Б. Раковинные корненожки в планктоне канала Сиверский Донец-Донбасс. - Гидробиол. журн., 1981, т. 17, № 2, с. 21-24.
6. G i b e r o w s k i J.J. The effects of extended photoperiods on the drift of the mayfly *Ephemerella subvaris* McDunnough (Ephemeroptera; Ephemerellidae). - *Hydrobiologia*, 1979, vol. 62, N 3, p. 209-214.
7. W a l t o n O.E. Active entry of stream benthic macroinvertebrates into the water column. - *Hydrobiologia*, 1980, vol. 74, N 2, p. 129-139.

Белорусский университет
им. В.И. Ленина

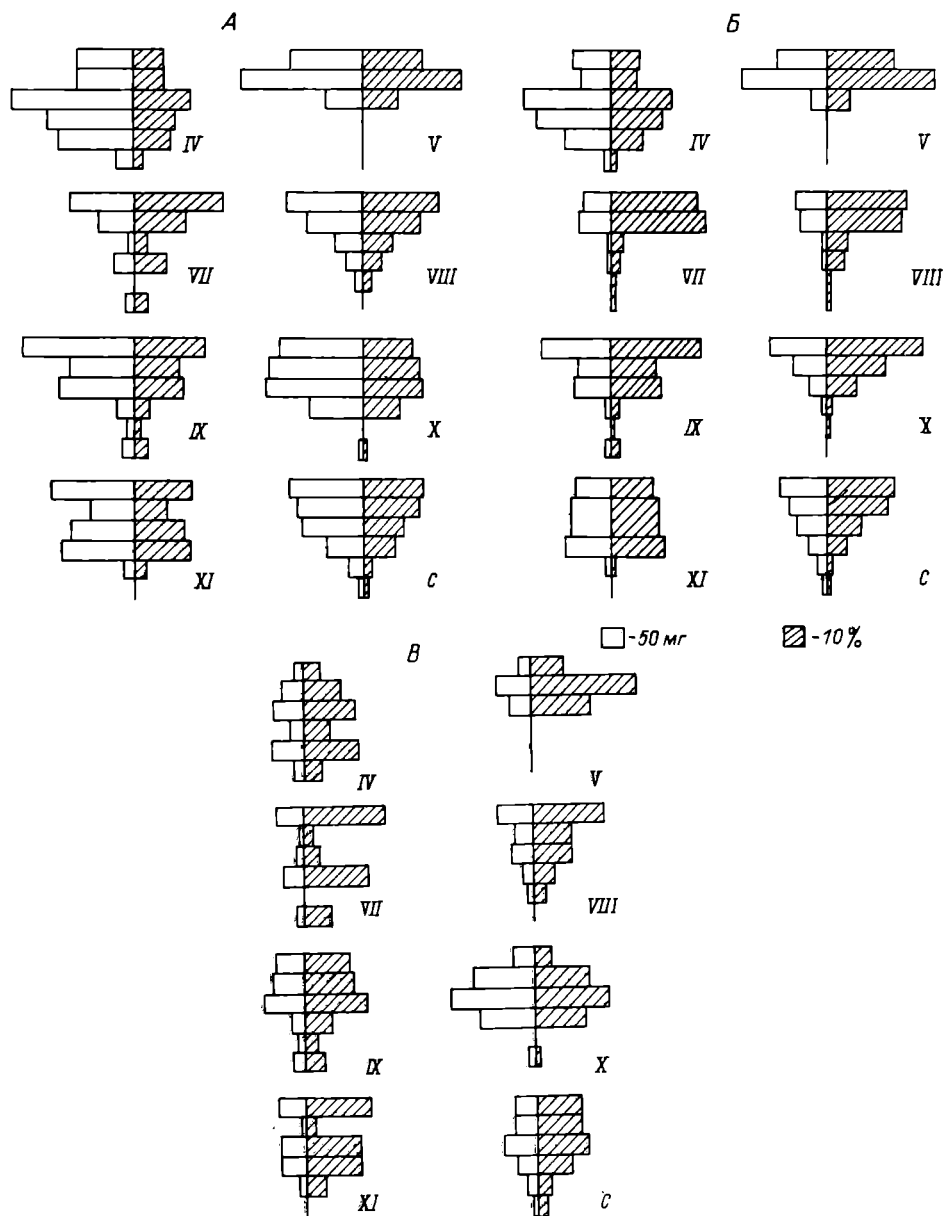
УДК 574.587 : 574.622

А.И. Б а к а н о в

К ВОПРОСУ О ДОСТУПНОСТИ БЕНТОСА ДЛЯ РЫБ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Доступность кормовых организмов - существенный фактор обеспеченности рыб пищей. Эксперименты в аквариуме показали, что толщина слоя грунта, из которого рыбы способны извлекать кормовые организмы, зависит от характера грунта, вида рыбы и ее размера. В частности, лещ поедает личинок хирономид, находившихся на глубине 12 см в иле типа гиттии [7]. В соответствии с экспериментами С.В. Суетова [7] и полевыми наблюдениями Е.В. Боруцкого [2] можно принять, что на илистых грунтах рыбы-бентофаги могут успешно питаться в слое ила толщиной около 10 см; организмы более глубоких слоев рассматриваются как временно недоступные.

Распределение организмов бентоса в толще грунтов Рыбинского водохранилища изучено слабо. В этом отношении детально рассмотрены только 2 доминирующих вида олигохет - *Limnodrilus newaensis* Mich. и *L. hoffmeisteri* Clap. [5], о некоторых других животных имеются отрывочные сведения. Наши исследования проводились на серых илах затопленного русла Волги в Рыбинском водохранилище, в районе пос. Борок, на глубинах 15-17 м. Пробы отбирали ежемесячно с апреля по ноябрь 1978 г., исключая июнь. Для сбора материала использовался специально изготовленный стратификационный дночерпатель СДЧ-250, представляющий собой модифицированный „zerteiler-



Вертикальное распределение бентоса в толще серого ила.

А - общий бентос. Б - олигохеты. В - *Ch. plumosus*. По оси ординат - слои; по оси абсцисс - биомасса, мг/пробу, %. Римские цифры - месяцы. С - среднее за период наблюдений.

Средняя масса одной особи в различных слоях грунта, мг/экз.

Слой	Общий бентос	Олигохеты	Мотыль
I	0.48	0.3	12.06
II	1.12	0.71	17.86
III	2.9	1.51	21.4
IV	6.03	3.29	32.24
V	10.31	6.8	19.91
VI	10.6	5.47	15.81
Среднее	1.07	0.61	18.4

"Greifer" Ленца [9], в котором коробка прибора имела высоту 30 см, площадь захвата – 250 см². Колонка грунта сверху вниз делилась на 6 слоев таким образом, чтобы слои I, II, III были равны 3 см, IV и V – 5, VI – 7 см. На станции одновременно брали несколько проб, но использовали только 2, в которых наиболее полно были представлены все 6 слоев. Данные 2 проб осредняли. Три верхние слоя грунта промывали через шелковый мельничный газ № 23, прочие – через газ № 17, так как предварительными исследованиями было установлено, что в нижних слоях обитают только достаточно крупные организмы, задерживаемые газом № 17.

Средняя за период наблюдений биомасса бентоса равнялась 29.1 г/м², олигохет – 15.5 г/м² (53.3% общей биомассы), мотыля *Chironomus plumosus* L. – 12.1 г/м² (41.6%). Средняя численность бентоса – 27 148 экз./м², олигохет – 25 280 экз./м² (93.1% общей численности), мотыля – 656 экз./м² (2.4%). Основная биомасса организмов сосредоточена в 3 верхних слоях 0–9 см (см. рисунок), в среднем за год в них содержится 77% биомассы общего бентоса, 80% – олигохет и 70% – мотыля. Следовательно, вывод о том, что более 3/4 бентоса доступно рыбам, хорошо согласуется с выводами Т.Л. Поддубной [5].

Распределение организмов не остается постоянным в течение года. В холодное время животные зарываются в грунт несколько глубже, в мае практически весь бентос сосредоточен в слоях 0–9 см. Распределение хирономуса и олигохет неодинаково: доля биомассы в нижних слоях у первого выше. При сборе бентоса дночерпателем ДЧТ-6/25 отдельные экземпляры крупного мотыля попадались в грунте даже на глубине 0.5 м. Вся молодь сосредоточена в верхних слоях (см. таблицу). Водные клещи найдены только в I слое, моллюски и мелкие формы хирономид – в I и II, лишь хищные личинки *Cryptochironomus gr. defectus* K. и *Procladius* sp. проникали в III слой.

По нашим и литературным данным, можно выделить 4 типа распределения бентоса в грунте: 1 – максимум биомассы сосредоточен в верхних слоях, 2 – максимум в нижних слоях, 3 –

имеются 2 или более максимумов в разных слоях, 4 – примерно равномерное распределение. Первый тип распределения встречается наиболее часто, но в ряде водоемов обнаруживается наименее благоприятный, с точки зрения нагула рыб, второй тип. Например, некоторые авторы отмечали, что в водоемах Карелии слабо используется рыбами мотыль. Изучение вертикального распределения мотыля показало, что для него характерен второй тип распределения (в Водлозере свыше 90% мотыля находится в слоях глубже 10 см) [3].

Причины глубокого проникновения организмов в грунт недостаточно ясны. Как известно, олигохеты питаются в верхних, богатых органическим веществом, слоях грунта [6], мотыль отфильтровывает пищевые частицы из придонных слоев воды или же собирает их с поверхности грунта [8]. Поэтому проникновение гидробионтов в глубокие слои (животные встречались даже под двухметровым слоем грунта) не связано с особенностями питания. Обычно это объясняется защитным приспособлением от выедания рыбами и хищными беспозвоночными [1, 4]. Из наших наблюдений следует, что в местах с большей плотностью бентоса (в агрегациях) организмы во многих случаях проникают в грунт более глубоко, чем на участках с низкой плотностью, т.е. вертикальное распределение может зависеть от степени агрегированности. Это не противоречит гипотезе о защитном значении зарывания в грунт, так как рыбы тоже предпочитают питаться на агрегациях кормовых организмов.

Л и т е р а т у р а

1. А с с м а н А.В. О доступности личинок хирономид для рыб. – Тр. совещ. Ихтиол. комис., 1961, вып. 13, с. 361-363.
2. Б о р у ц к и й Е.В. Вертикальное распределение биомассы бентоса в толще иловых отложений в некоторых подмосковных озерах. – Зоол. журн., 1940, т. 19, вып. 2, с. 240-256.
3. Г о р д е е в а-П е р ц е в а Л.И. Бентос Водлозера и использование его рыбами. – В кн.: Вопросы гидробиологии водоемов Карелии. Петрозаводск, 1964, с. 131-148.
4. К о н с т а н т и н о в А.С. Общая гидробиология. М., 1972. 472 с.
5. П о д д у б н а я Т.Л. О вертикальном распределении *Limnodrilus newaensis* Mich. и *L. hoffmeisteri* Clap. в грунтах Рыбинского водохранилища. – Бюл. Ин-та биол. водохранилищ. АН СССР, 1962, № 12, с. 20-26.
6. П о д д у б н а я Т.Л., С о р о к и н Ю.И. Глубина слоя оптимального питания тубифицид в связи с их перемещениями в грунте. – Бюл. Ин-та биол. водохранилищ. АН СССР, 1961, № 10, с. 15-17.
7. С у е т о в С.В. Потребление рыбами личинок хирономид в аквариальных условиях. – Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1951, т. 3, с. 72-91.

8. Ш и л о в а А.И. О фильтрационном способе питания мотыля. - Докл. АН СССР, 1955, т. 105, № 3, с. 596-598.
9. L e n z F. Untersuchungen über die Verticalverteilung der Bodenfauna in Tiefensediment von Seen. - Verh. Intern. Vereinig. theor. und angew. Limnol., 1931, Bd 5, T. 1, S. 232-260.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.121.21-14

Л.Г. Т и м о ш е ч к и н а

ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ ПОКРОВОВ И ЖЕЛЕЗИСТОГО АППАРАТА *CARYOPHYLLAEUS* *LATICEPS*

Ленточные черви *Caryophyllaeus laticeps* - широко распространенные паразиты, которые обитают в кишечнике карповых рыб. В цикл развития входит и промежуточный хозяин - малощетинковые черви. Кариофиллиды имеют нечленистое тело с одним половым комплексом. Головной конец их веерообразно расширен, складчатый, без специализированных органов прикрепления. Вопрос о происхождении и филогенетических отношениях кариофиллид окончательно не решен. Одни исследователи считают эту группу цестод наиболее древней и примитивной среди ленточных червей [2], другие рассматривают упрощенное их строение как явление неотении [4]. Изучение ультраструктуры представителей кариофиллид на различных этапах их онтогенеза может способствовать выяснению этого вопроса. Ультраструктура *C. laticeps* изучена еще недостаточно [5].

В настоящей работе приводятся результаты исследования ультратонкой организации покровов и железистого аппарата половозрелых особей *C. laticeps*.

Для работы использованы половозрелые черви *C. laticeps* из кишечника лещей Рыбинского водохранилища. Сколекс, среднюю и заднюю части стробилы фиксировали в 3%-ном глутаральдегиде на фосфатном буфере в течение 2.5 ч. Дофиксацию проводили 1%-ным раствором OsO_4 (1.5 ч). Часть проб фиксировали 2%-ным раствором OsO_4 по Колфилду. Дегидратацию осуществляли в возрастающем ряду спиртов, после чего материал заливали в аралдит. Ультратонкие срезы ($8 \cdot 10^{-8}$ м) получали на ультрамикротоме ЛКВ, окрашивали уранилацетатом и свинцовым цитратом и просматривали их под просвечивающим электронным микроскопом JEM - 100 С при 80 кВ. Полутонкие срезы (1 мкм) окрашивали метиленовой синькой.

Наружные покровы (тегумент) *C. laticeps* представлены безъядерным цитоплазматическим слоем, ограниченным поверх-

ностной и базальной мембранами, последнюю подстилает базальная пластинка. На поверхности тегумента имеются специализированные образования – микротрихии, характерные для цестод.

В разных частях стробилы тегумент имеет неодинаковое строение. На сколексе обнаружены микротрихии конусовидного типа с широкой и короткой проксимальной частью (длина 0.15 мкм и ширина 0.14 мкм) и длинной электронно-плотной дистальной, суживающейся к вершине, частью, отходящей от проксимальной. Обе части разделены трехслойной пластинкой. Стенки основания микротрихий укреплены осмиофильным веществом. Микротрихии, расположенные на стробиле, трубчатые. Они имеют длинную, узкую, неукрепленную проксимальную часть, длиной 0.52 мкм и шириной 0.1 мкм, и короткую дистальную. Проксимальные части микротрихий средней и задней частей стробилы червя погружены в цитоплазму тегумента. Среднее число микротрихий на 1 мкм² в области сколекса – 10, в средней части – 19, в задней части – 21. Увеличение поверхности тела за счет микротрихий составляет соответственно в области сколекса – 1.5, в средней части – 3.8, в задней части – 5.4.

Высота наружной цитоплазмы тегумента половозрелых червей составляет в сколексе – 2.4 мкм, в средней части – 6.8, в задней части – 4.4 мкм. В отличие от цестод других отрядов наружная цитоплазма *C. laticeps* содержит электронно-плотные палочковидные тела, в которых хорошо просматриваются ряды плотно упакованных микротрубочек. Палочковидные тела распределены по всей наружной цитоплазме тегумента. В области наружной цитоплазматической мембраны они перпендикулярны к ее поверхности. Наряду с палочковидными телами в тегументе средней и задней частей тела встречаются электронно-плотные образования с продольной исчерченностью. В наружной цитоплазме сколекса содержатся секреторные гранулы.

Базальная мембрана образует инвагинации в глубь наружной цитоплазмы. Базальная пластинка, ограничивающая тегумент, осмиофильная, толщиной до 0.1 мкм, пронизана отростками субтегументальных и железистых клеток.

У *C. laticeps* впервые обнаружен многоклеточный железистый комплекс, заполняющий большую часть медуллярной паренхимы передней и средней частей тела и небольшую часть кортикальной. На заднем конце тела лежат отдельные железистые клетки, которые дают отростки к переднему концу. Ядра железистых клеток занимают большую часть их объема и имеют крупные ядрышки. Цитоплазма этих клеток содержит много органоидов: гранулярный эндоплазматический ретикулум, много свободных рибосом, аппарат Гольджи, митохондрии. Гранулярный эндоплазматический ретикулум представлен отдельными мембранами. Аппарат Гольджи расположен вблизи эндоплазматического ретикулума и митохондрий, его диктиосомы образованы из параллельно уплощенных цистерн, число которых колеблется от 6 до 10. Установлено, что вначале от цистерн ретикулума отделяются

небольшие вакуоли, окруженные рибосомами. Затем эти вакуоли транспортируются к проксимальной части диктиосом. Здесь происходит процесс слияния вакуолей друг с другом и с цистернами диктиосом. По мере наполнения вакуоли отшнуровываются от цистерн диктиосом и формируют секреторные гранулы. Вначале гранулы неоднородны по величине и плотности, что характерно для процесса созревания секрета. В дальнейшем происходят их конденсация и окончательное формирование секреторных гранул, представляющих собой электронно-плотные образования, окруженные мембраной. Секреторные гранулы имеют продолговатую, реже округлую форму (длина 0.19–0.85 мкм, ширина – 0.08–0.26 мкм). Характер секретобразования, прослеженный нами у *C. laticeps*, идет почти так же, как и формирование секрета белковой природы, что предполагает присутствие белка в секрете.

Железистые клетки соединяются между собой отростками, образуя железистый комплекс синцитиального строения, что является характерной особенностью кариофиллидных цестод. Секреторные гранулы по мере накопления в железистых клетках среднего отдела тела продвигаются по отросткам этих клеток к сколексу. Отростки железистых клеток, заполненные гранулами секрета, пронизывают базальную пластинку и попадают в наружную цитоплазму тегумента сколекса. По мере продвижения секреторных гранул к переднему концу тела размер их увеличивается – в средней части тела длина их 0.47 мкм, ширина – 0.12 мкм, в тегументе сколекса – длина 1.38 мкм, ширина – 0.19 мкм.

В результате исследования тегумента *C. laticeps* выявлены различия его морфологии на протяжении стробилы. Так, в области сколекса и в заднем отделе тела обнаружены микротрихии, имеющие длинную электронно-плотную дистальную часть. По всей вероятности, эти микротрихии способствуют дополнительному прикреплению червей к стенке кишечника хозяина. Трубочатые микротрихии стробилы червя увеличивают поверхность его тела. Как видно из приведенных данных, число микротрихий на единицу площади в средней и задней частях тела почти вдвое больше, чем в области сколекса. Проксимальная часть этих микротрихий приблизительно в 3 раза больше таковой микротрихий сколекса. Считают, что именно в этой части микротрихий осуществляется процесс абсорбции пищи [6].

Внутренняя структура и локализация палочковидных тел, а также электронно-плотных образований тегумента дают основание предположить их участие в формировании микротрихий. Палочковидные тела аналогичной структуры описаны и у других видов кариофиллидных цестод – *C. fennica* [5], *Hunterella nodulosa* [7], *Khawia sinensis* [3].

Известно, что у ряда цестод одноклеточные фронтальные железы присутствуют только в сколексах. Нами установлено, что у *Caryophyllaeus laticeps* эти железы распределены на

протяжении всей стробилы. Они представлены многоклеточным железистым комплексом синцитиального строения. В области сколекса отростки железистых клеток подходят к тегументу, заполняют его цитоплазму множеством секреторных гранул, которые выходят наружу. Структура железистого аппарата и способ выведения секреторных гранул из сколекса у *C. laticeps* сходны с таковыми у *Khawia sinensis* [1]. Мы разделяем мнение В.Г. Давыдова и Б.И. Купермана об участии секретов желез в прикреплении паразита к слизистой кишечника хозяина и его защитной роли от окружающей паразита химически активной среды.

Дальнейшие перспективы изучения этой группы цестод связаны с исследованием ультратонкой организации покровов и железистого аппарата на всех этапах их онтогенеза, что важно для познания происхождения кариофиллид и их филогенетических отношений с другими отрядами цестод.

Л и т е р а т у р а

1. Д а в ы д о в В.Г., К у п е р м а н Б.И. Структура фронтальных желез у представителей трех отрядов цестод. - В кн.: Физиология и паразитология пресноводных животных. Л., 1979, с. 177-188.
2. К у л а к о в с к а я О.П., Д е м ш и н Н.И. Происхождение и филогенетические связи гвоздичниковых (Cestoda: Caryophyllidae). - В кн.: Проблемы гидропаразитологии. Киев, 1978, с. 9-104.
3. К у п е р м а н Б.И. Ультраструктура покровов цестод и ее значение для систематики. - В кн.: Паразитологический сборник. Л., 1980, т. 29, с. 84-95.
4. М а м а е в Ю.Л. О гипотезах происхождения цестод от „архигетесообразных предков“, паразитировавших у олигохет. - Зоол. журн., 1975, т. 46, вып. 9, с. 1277-1283.
5. B e q u i n F. Etude au microscope electronique de la cuticule et de ses structures associees chez quelques cestodes: Essai'd, histologie comparee. - Ztschr. Zellforsch., 1966, Bd 72, S. 30-46.
6. G r a e b e r K., S t o r c h V. Elektronenmikroskopische und morphometrische Untersuchungen am Integument von Cestoda und Trematoda (Plathelminthes). - Zool. Anz., Jena, 1979, Bd 202, H. 5/6, S. 331-347.
7. H a y u n g a E.G., M a c k i e w i c z J.S. An electron microscope study of the tegument of *Hunterella nodulosa* Mackiewicz and McCrae, 1962 (Cestoidea: Caryophyllidae). - Intern. J. Parasitol., 1975, vol. 5, p. 309-319.

А.Г. Поддубный, Л.К. Малинин,
В.И. Герцев, В.А. Корсаков

ОБ ОДНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗА ПОВЕДЕНИЯ ОСЕТРОВ

Важность исследований поведения осетров во время нерестовых миграций под плотинами гидроузлов очевидна [1].

В данной статье сделана попытка математического описания частного случая поведения осетров, которые подошли непосредственно к плотине.

В указанном случае допустимо считать, что распределение осетров по акватории нижнего бьефа стимулируется преимущественно абиотическими факторами и прежде всего скоростью течения воды (V) [1]. В соответствии с этим структура решения задачи может быть представлена так:

1. Находится значение скоростей в интересующем нас пространстве как функция декартовых координат x, y, z

$$V = f(x, y, z). \quad (1)$$

2. Определяются эколого-физиологические реакции осетров на фактор V

$$R = J(V). \quad (2)$$

Подставляя (1) в (2), можно прийти к записи функции поведения осетров F через фактор V , сформированный конкретной ситуацией течений,

$$F = \Psi \{ J[f(x, y, z)] \}. \quad (3)$$

Определим функцию Ψ в уравнении (3) как утверждение типа „да-нет“. „Да“ соответствует присутствию осетров в некоторой произвольной точке с текущими координатами x_i, y_i, z_i ; „нет“ означает отсутствие их в этой точке. Функции J придадим смысл уравнения. Сделаем это следующим образом. Воспользуемся зависимостями, характеризующими вероятность P нахождения осетров в той или иной точке, от значения фактора V [1]. Высокая вероятность принадлежит диапазону значений $[P_{\min}, P_{\max}]$ и соответствует благоприятным скоростям V , заключенным внутри интервала $[V_{\min}, V_{\max}]$. Тогда, если в рассматриваемой точке

$$V(x_i, y_i, z_i) \in [V_{\min}, V_{\max}],$$

то

$$P[V(x_i, y_i, z_i)] \in [P_{\min}, P_{\max}].$$

Это обеспечивает реализацию утверждения „да“ функцией F . В противном случае реализуется утверждение „нет“.

Функция f , определяющая скорость течения, строится ортоксальными физическими методами.

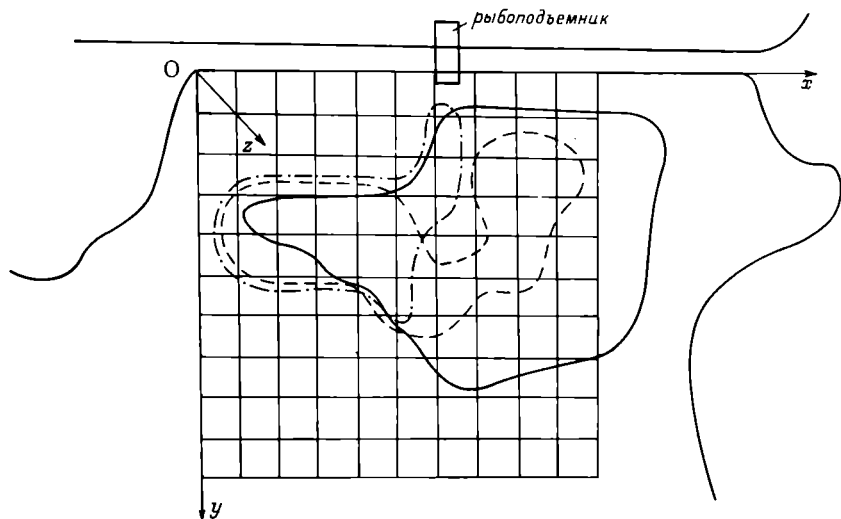
Таким образом, функция F из уравнения (3), определяемая совокупностью утверждений „да-нет“, может трактоваться как модель распределения осетров.

Численно модель была проанализирована применительно к Волгоградской ГЭС. При этом полагалось, что $V_{\min} = 0.7$ м/с, $V_{\max} = 0.9$ м/с; $P_{\min} = 0.9$, $P_{\max} = 1$; расход воды $Q = 5 \div 16$ тыс. м³/с в зависимости от сезона. Распределение $V = f(x, y, z)$ аппроксимировалось струйными течениями с убыванием значений V по экспоненте вниз по течению реки и линейным возрастанием у дна глубоких впадин. Источниками струй являются энергоагрегаты и гидроячейки водосливного устройства. Установившееся значение скорости воды принималось за 0.7 м/с, а расчетное максимальное значение (вблизи от нижней кромки плотины) составляло 3.2 м/с. В целом математическая модель распределения $V = f(x, y, z)$ совпадает с результатами, полученными на физических моделях Волгоградской ГЭС [2].

На рисунке изображена схема нижнего бьефа Волгоградского гидроузла. Точками расчета явились узлы пространственной сетки, образующие которой проведены через концы отрезков по 100 м на осях OX и OY и отрезков по 5 м на оси Oz (ось Oz направлена ко дну реки). Области, лежащие вне выделенного пространственного квадранта, считались пассивными по отношению к модели.

Результаты численного анализа позволяют определить зоны вероятного нахождения осетров под плотиной при различных режимах работы энергоагрегатов и водосливного устройства, в том числе при их совместном функционировании (штриховая линия на рисунке), а также при неработающем водосливе (штрихпунктирная линия). Сплошной огибающей отмечены зоны реального распределения осетров применительно ко второму режиму, определенные с помощью рыбопоисковых приборов. Некоторое несоответствие модели и эксперимента обусловлено тем, что модель не учитывает дифференциацию поведения осетров, только что подошедших к плотине и находившихся здесь более 3-4 сут, яровых и озимых особей рыб разного уровня активности.

Тем не менее результаты моделирования позволяют дополнительно оценить степень эффективности работы рыбопропускного сооружения (РПС). Так, весной, когда работают и энергоагрегаты, и водосливное устройство, зоны концентрации осетров значительно отстоят от РПС, и переход из них к РПС реализуется лишь с той или иной степенью вероятности. Летом и осенью проход осетров из зон концентрации к РПС осуществляется доста-



Зоны основных концентраций осетров под плотиной Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС.

Объяснения в тексте.

точно легко по пограничным течениям от ближайшей к РПС работающей группы энергоагрегатов. Примечательно, что запускать близкие к РПС энергоагрегаты лаборатория ихтиологии ИБВВ АН СССР рекомендовала еще в 1966 г. [1].

При использовании модели применительно к другим гидрообъектам результаты будут определяться особенностями, присущими этим объектам (геометрия пространства, режим течений, их величины и т. п.). Принципы, заложенные в рассмотренную модель частного случая поведения по одному фактору (параметру), могут быть применены в построении более общих, многофакторных моделей.

Л и т е р а т у р а

1. П о д д у б н ы й А.Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л., 1971. 312 с.
2. Н у с с е н б а у м Л.Н. К методике опытов с рыбами на моделях гидроузлов в связи с проектированием РПС. – В кн.: Биологические основы применения рыбозащитных и рыбопускных сооружений. М., 1978, с. 125–133.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР
Рыбинский авиатехнический институт

О РАЗМНОЖЕНИИ ТЮЛЬКИ В КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Популяция тюльки *Clupeonella delicatula caspia m. tscharchalensis* (Borodin) существует в Куйбышевском водохранилище с 1964 г. [11]. За короткий срок этот вид заселил все водохранилище, достигнув значительной численности, и как один из самых массовых вселенцев, расширивших ареал в результате гидростроительства, привлек внимание многих исследователей [2, 4].

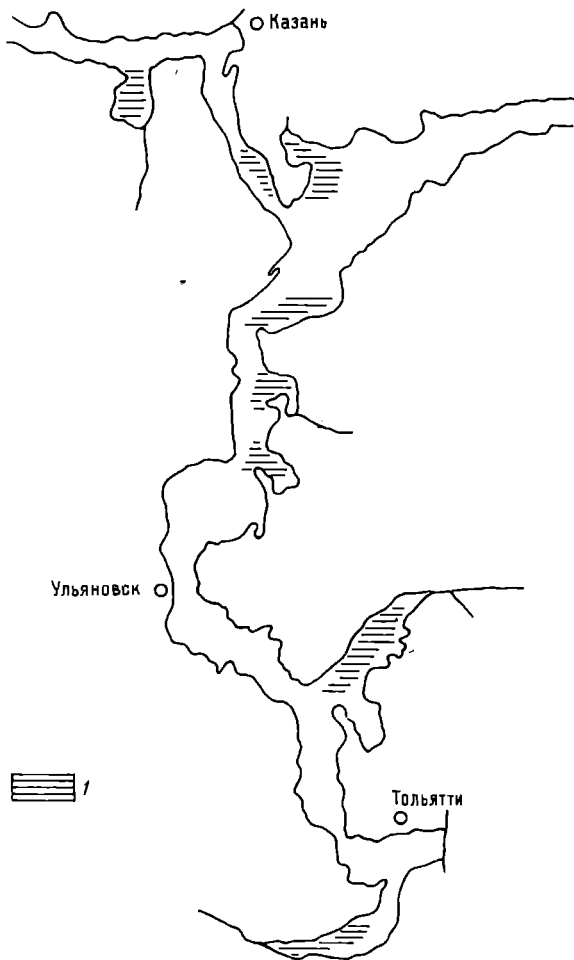
До настоящего времени одним из наименее изученных вопросов биологии тюльки в Куйбышевском водохранилище было размножение. С 1967 по 1971 г. некоторые особенности размножения и роста тюльки исследовались В.А. Кузнецовым [4] в Свияжском заливе, одном из самых крупных в водохранилище. Была выявлена зависимость эффективности размножения от температуры воды, длительности вегетационного периода и концентрации кормового зоопланктона.

Мы начали исследования различных вопросов биологии и экологии тюльки в Куйбышевском водохранилище, в том числе и воспроизводства, с 1976 г. Сбор и обработка материалов велись по стандартным методикам [9], абсолютная численность рассчитывалась по методу площадей [7].

В условиях водохранилищ нерест тюльки проходит здали от берегов в толще воды на участках с глубинами 2 м и более. Основные нерестовые участки (см. рисунок) нами были выявлены в результате комплексного анализа динамики распределения текущих, т. е. нерестующих, особей и личинок тюльки с учетом гидрометеорологических особенностей водохранилища.

При благоприятных метеоусловиях нерестующих особей можно обнаружить практически в любом районе водохранилища, но наиболее интенсивно нерест идет в крупных заливах и на некоторых участках плесов, защищенных от ветрового и волнового воздействия островами или другими естественными преградами. В то же время эти районы характеризуются относительно высокой продуктивностью по зоопланктону [5] и высокой концентрацией тюльки в течение всего сезона [3]. По-видимому, в водохранилище [10] она значительных миграций не совершает.

Сроки нереста зависят от прогрева воды. Первые текущие особи появляются при температуре около 8 °С, а массовый нерест проходит при 14–18 °С, что обычно приходится на начало июня. Икра и личинки тюльки гибнут при волнении свыше 3 баллов и резких колебаниях температуры [6, 8], а на июнь приходится до 70% дней с волнением меньше критического, и редко наблюдаются значительные колебания температуры [1]. Тюлька относится к порционно-нерестующим видам, и ее нерест сильно



Основные места нереста тюльки в водохранилище (1).

растянут. В гонадах легко различимы чаще 2 порции икры, коэффициент порционности в среднем - 0.4.

Зрелые неоплодотворенные икринки имеют диаметр 0.6–0.9 мм, икринки второй порции - 0.1–0.4 мм. Оплодотворенные икринки размером около 1 мм, прозрачные, с хорошо различимой жировой каплей фиолетового цвета, благодаря которой они **плавают** в толще воды. При оптимальных условиях личинки появляются в течение 2–3 сут. Личинки держатся в пелагиали; в прибрежной зоне, с глубинами менее 1.5–2 м, обнаружены не были.

Судя по размерному составу сеголетков из осенних уловов (табл. 1), наиболее эффективные результаты дает нерест, про-

Т а б л и ц а 1

Размерный состав сегодетков из осенних уловов, %

Год	Длина по Смиту, мм								
	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70
1976	1.3	10.5	24.3	12.5	6.6	8.6	11.8	21.5	15.1
1977	0.6	1.3	1.7	3.4	3.5	15.8	22.9	36.0	5.6
1978	-	2.0	4.7	16.3	9.2	23.5	35.1	9.2	-
1979	-	-	-	5.9	17.7	23.5	35.3	15.7	2.0
1980	1.0	1.0	2.1	6.3	21.9	25.0	22.8	10.4	11.4
1981	1.0	-	1.0	3.0	5.1	16.2	26.3	38.4	9.1

Т а б л и ц а 2

Динамика абсолютной численности тюльки в Куйбышевском водохранилище, млн экз.

Год	Май	Июнь	Июль	Октябрь
1977	264-792	91-272	7153-21460	1946-5837
1978	-	-	-	1334-4003
1980	-	-	-	304-913

П р и м е ч а н и е. Расчеты велись при коэффициентах уловистости 0.1 и 0.3.

ходящий в первой половине июня. Лишь в отдельные годы в июле-августе, по-видимому, проходит повторный массовый нерест. В различные годы эффективность процессов воспроизводства у тюльки неодинакова: как и у других короткоциклового вида, наблюдаются значительные флуктуации численности. Тем не менее даже в самые неблагоприятные годы мы не обнаружили ни одной особи с резорбированными половыми продуктами, численность тюльки остается на достаточно высоком уровне.

Тюлька является доминирующим видом в пелагиали Куйбышевского водохранилища. В отдельные годы ее абсолютная численность очень высока (табл. 2). В осенний период, когда тюлька образует в заливах почти абсолютно чистые скопления, может быть налажен ее специализированный промысел, что (при средней массе одной особи - 2.5 г) может дать дополнительно более 500 тыс. кг рыбной продукции.

Таким образом, в условиях водохранилища одной из наиболее важных особенностей биологии тюльки являются нерест и развитие икры и личинок в пелагиали, что выводит этот вид из-под

пресса главного в этих условиях лимитирующего фактора - неблагоприятного уровня режима - и дает значительное преимущество перед большинством местных видов.

Л и т е р а т у р а

1. Г и д р о м е т е о р о л о г и ч е с к и й режим озер и водохранилищ СССР. Куйбышевское и Саратовское водохранилища. Л., 1978. 269 с.
2. Е г е р е в а С.И. Тюлька. - Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1970, вып. 11, с. 106-108.
3. К о з л о в с к и й С.В. О распределении тюльки *Clupeonella delicatula caspia* (Svetovidov) Куйбышевского водохранилища. - Вopr. ихтиологии, 1980, т. 20, вып. 3(122), с. 561-566.
4. К у з н е ц о в В.А. Особенности размножения и роста тюльки - нового компонента ихтиофауны Куйбышевского водохранилища. - Науч. докл. высш. школы. Биол. науки, 1973, № 6, с. 23-25.
5. М а х о т и н а М.К. Зоопланктон открытых участков. - Тр. Тат. отд-ния ГосНИОРХ, 1972, вып. 12, с. 16-23.
6. М и х м а н А.С. Влияние естественных факторов на численность азовской тюльки. - Тр. ВНИРО, 1970, т. 71, вып. 2, с. 177-179.
7. Н и к о л ь с к и й Г.В. Теория динамики стад рыб. М., 1974. 447 с.
8. П и н у с Г.Н. О причинах колебания численности азовской тюльки. - Тр. ВНИРО, 1970, т. 71, вып. 2, с. 180-192.
9. П р а в д и н И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966. 376 с.
10. С в е т о в и д о в А.Н. Рыбы. Сельдевые (*Clupeidae*). - В кн.: Фауна СССР. М., 1952, т. 2, вып. 1. 331 с.
11. Ш а р о н о в И.В. Расширение ареалов некоторых рыб в связи с гидростроительством. - В кн.: Первая конф. по изуч. водоемов бассейна Волги: Тез. докл. Тольятти, 1968, с. 212-213. (Волга-1).

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

Л.А. К о с к о в а

К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ РЫБ
В ЗАРОСЛЯХ ЖЕСТКОЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Зона зарослей макрофитов в Саратовском водохранилище располагается главным образом в средней островной части водоема, а также по залитой пойме в устьях рек Чапаевка, Малая Рязань, Малый Иргиз [4]. Основной пояс макрофитов шириной до 10 м составляет рогоз. Единого мнения о роли жесткой водной растительности в размножении промысловых рыб не существует. В задачу данной работы входило оценить эффективность нереста в зарослях подобного типа.

Исследования проводили на мелководном участке (глубина 0.8 м) у Екатерининских островов напротив с. Малая Рязань. Материалом послужили ежемесячные сборы личинок и мальков рыб в мае-сентябре 1979 г. Проанализировано 153 пробы. Наблюдения проводили в течение 2 сут через 4 ч в последней декаде исследуемого месяца. Молодь рыб отлавливали сачком, икорной сетью, мальковой волокушей и ринг-тралом в поверхностных и придонных горизонтах в зарослях рогоза. Всего было поймано 4030 личинок и мальков рыб. Личинок определяли по общепринятой методике [2]. Этапы развития рыб приведены по В.В. Васнецову [1]. При статистической обработке материала пользовались руководством П.Ф. Рокицкого [5].

Условия размножения рыб в водохранилищах определяются главным образом уровнем и температурным режимами [3].

1979 г. был многоводным, с поздним вскрытием водоема ото льда, холодной дождливой весной и резкими колебаниями температур. В результате высокого уровня воды площадь водохранилища увеличилась на 510 км² (данные ГМО, Тольятти). Обилие залитого растительного субстрата, казалось, создало исключительно благоприятные условия для икрометания и инкубации икры рыб. Но из-за слабой прогреваемости воды (в целом по водохранилищу - 7.3 °С) нерест многих видов рыб был сдвинут приблизительно до 8-10 июня.

В мае среднемесячный уровень воды составил 30.2 м, при НПГ 28 м, и наблюдалось самое высокое насыщение воды кислородом. Но так как в последней декаде мая в районе наших исследований глубина достигала 5-6 м, макрофиты появились позднее. Личинки рыб в это время отсутствовали, что можно объяснить сравнительно низкой температурой воды (10 °С). Это было на 5 °С ниже по сравнению с этим же периодом прошлого года.

В июне появилось сравнительно большое количество личинок рыб. Уровень воды в это время оставался высоким (29.3 м), гидрохимический режим был благоприятным (О₂ - 5.2 мг/л, рН 7.6, температура воды достигала 18.7 °С). Все это способ-

Т а б л и ц а 1

Видовой состав и размеры личинок рыб в июне 1979 г.
в зарослях рогоза водохранилища

Вид	Длина, мм	Масса, г	Число рыб, экз.
Густера	11.41±0.08	0.013±0.006	175
Судак	19.46±1.92	0.132±0.041	13
Берш	12.88±0.71	0.019±0.018	6
Шука	40.05±5.3	0.655±0.14	2
Окунь	17.80±0.012	0.072±0.002	827
Плотва	13.19±0.140	0.013±0.0001	74
Чехонь	19.71±1.121	0.077±0.008	6
Язь	17.0	0.08	1
Уклея	7.61±1.12	0.006±0.007	10
Ерш	-	0.035±0.007	2
Снеток	19.7	0.02	2

ствовало хорошему росту личинок (табл. 1). Из всех выловленных личинок 73% представлены окунем на стадии Д₂-Е, 16% - густерой на стадии Д₁-Д₂ и 7% - плотвой на стадии Д₂-Е. Все эти виды придерживались зарослей рогоза, причем в дневные часы предпочитали поверхностные слои воды. Личинки шуки, язя, судака были единичны.

В июле условия обитания личинок и мальков оставались благоприятными (О₂ - 4.9 мг/л, pH 7.7, температура воды повысилась до 20 °С). Из выловленной молоди рыб 98.8% находились в стадии личинок и мальков (табл. 2). В уловах значительно преобладали мальки уклей (81.6%), которые попадали в ринг-трал ночью (22 и 2 ч) из поверхностных горизонтов. Мальки плотвы и густеры составляли менее 9%, судака, шуки, леща, язя, синца - менее 2%.

В августе уровень воды соответствовал НПГ (28 м), температура воды повысилась до 21 °С, О₂ - 4.9 мг/л, pH 7.9. Количество видов молоди и ее численность несколько снизились. В это время преобладали мальки плотвы (54.7%), придерживающиеся преимущественно придонных горизонтов, густеры (16.2%) и уклей (13.4%) (табл. 3).

В сентябре уровень воды оставался 28 м, температура воды понизилась до 16 °С, содержание О₂ в воде также стало более низким (4.4 мг/л), pH 7.7. Мальки рыб, по-видимому, мигрировали в более глубоководные участки водохранилища и на мелководье вылавливались единично (табл. 4).

Таким образом, на основании нахождения большого количества личинок на ранних этапах развития можно заключить, что в зарослях рогоза Саратовского водохранилища в 1979 г. размножалось 4 массовых вида рыб: густера, плотва, окунь, уклея.

Т а б л и ц а 2

Видовой состав и размеры молоди рыб в июле 1979 г.
в зарослях рогоза водохранилища

Вид	Длина, мм	Масса, г	Число рыб, экз.
Лещ	19.15±0.4228	0.062±0.181	19
Густера	16.34±0.1244	0.058±0.008	138
Судак	46.0	1.22	1
Щука	89.0	8.21	4
Окунь	36.56±0.1541	0.450±0.213	42
Синец	50.6	1.73	3
Плотва	24.56±0.056	0.164±0.201	196
Язь	34.00±0.201	0.367±0.234	21
Уклея	21.92±0.052	0.112±0.084	1936
Ерш	30.0	0.45	1
Бычок-кругляк	12.0	-	2
Щиповка	44.0	0.56	6

Т а б л и ц а 3

Видовой состав и размеры молоди рыб в августе 1979 г.

Вид	Длина, мм	Масса, г	Число рыб, экз.
Лещ	27.95±0.157	0.36±0.187	23
Густера	22.81±0.127	0.18±0.101	77
Окунь	47.80±0.134	1.605±0.1583	37
Синец	65.0	3.83	4
Плотва	30.54±0.094	0.41±0.073	255
Язь	43.5	1.44	6
Уклея	30.37±0.082	0.27±0.073	64
Ерш	32.0	1.02	1
Щиповка	52.0	0.96	3

Т а б л и ц а 4

Видовой состав и размеры сеголетков рыб в сентябре 1979 г.

Вид	Длина, мм	Масса, г	Число рыб, экз.
Лещ	52.5	2.55	2
Густера	28.13±0.023	0.215±0.355	12
Окунь	52.21±0.230	3.07±0.362	11
Плотва	30.0	0.40	1
Уклея	34.70±0.215	0.35±0.227	38
Ерш	40.0	1.08	1

Эти виды составляли 96.6% от всего улова молоди. Личинки и мальки более ценных промысловых рыб (лещ, судак, щука, синец) встречались единично. По-видимому, данный биотоп они использовали в основном для нагула.

На основании изложенного можно сделать вывод о низкой эффективности размножения ценных промысловых видов рыб в зарослях жесткой водной растительности (рогоз) в Саратовском водохранилище в многоводный холодный 1979 г.

Л и т е р а т у р а

1. В а с н е ц о в В.В. Этапы развития костистых рыб. - В кн.: Очерки по общим вопросам ихтиологии. М.; Л., 1953, с. 207-217.
2. К о б л и ц к а я А.Ф. Определитель молоди рыб дельты Волги. М., 1966. 164 с.
3. К у з н е ц о в В.А. Факторы среды и показатели численности молоди некоторых пресноводных рыб. - Вopr. ихтиологии, 1975, т. 15, вып. 3(92), с. 446-455.
4. П о п ч е н к о В.И., Л о м а к и н а Л.В., П о п ч е н к о И.И. Фитофильные комплексы организмов Саратовского водохранилища. - Гидробиол. журн., 1981, т. 17, № 2, с. 25-30.
5. Р о к и ц к и й П.Ф. Биологическая статистика. Минск, 1964. 326 с.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.0/5-11

В.В. К у з ь м и н а, И.Л. Г о л о в а н о в а

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРА ПИТАНИЯ НА АКТИВНОСТЬ КАРБОГИДРАЗ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ В КИШЕЧНИКЕ СЕГОЛЕТКОВ ШУК

Активность карбогидраз, функционирующих в кишечнике взрослых шук, относящихся по типу питания к группе типичных хищников, значительно ниже, чем у типичных бенто- и планктофагов [1, 2, 5, 6]. Уровень ферментативной активности у молоди шук в возрасте одного месяца, питающейся смешанной пищей (личинки рыб, поденок, хирономид, крупный зоопланктон), значительно выше, чем у взрослых рыб [4]. Изменение активности кишечных карбогидраз у сеголетков шуки детально не исследовано.

Цель работы состояла в изучении влияния характера питания на активность суммы карбогидраз и инвертазы, функционирующих в кишечнике шук на протяжении первых 4 мес жизни.

Работа проведена в июне-сентябре 1980 г. и сентябре 1981 г. Исследовалось потомство одной самки шуки (*Esox lucius* L.), вылупившееся из икры 1-3 июня 1980 г.¹ Рыб для эксперимента содержали в различных условиях. Пищу для рыб, находившихся в пруду, составлял зоопланктон, в садке - зоопланктон и личинки рыб, в аквариуме - только личинки рыб. Исследовали кишечника без содержимого, которое изымали специальным скребком и активность которого учитывали, и кишечника, наполненные химусом. Техника приготовления ферментативно-активных препаратов и методы определения ферментативной активности подробно описаны ранее [2, 3].

Кишечники личинок шук в возрасте до 1,5 мес включительно изучены суммарно (2-3 кишечника в одной пробе). Размер личинок шук в возрасте 2-3 нед в среднем соответствовал (53.60 ± 1.67) мм (см. таблицу). Однако размер особей, находившихся в садках и питавшихся смешанной пищей (зоопланктон, личинки рыб), был достоверно ниже, чем у особей, содержащихся в аквариуме с момента выклева из икры и получавших исключительно рыбный корм. Аналогичные данные получены при сопоставлении массы порки. По мере увеличения возраста сеголетков величина обоих показателей последовательно увеличивалась и составляла для длины тела 122, 183, 197, 235 и 312%, в случае массы порки - 149, 635, 806, 1399 и 3177% соответствующих показателей исследованных 19 июня личинок, содержащихся на рыбном рационе и принятых за 100%. При этом в конце июня-начале июля темпы линейного и массового роста были максимальными, а с середины июля наблюдалось их снижение.

Величина активности карбогидраз, определяемых суммарно, по мере увеличения линейного и массового роста сеголетков шуки уменьшалась и составляла в дни наблюдений 53, 53, 16, 22 и 22% от уровня ферментативной активности, зарегистрированного 19 июня и принятого за 100%. Как показывают эти цифры, в течение первых 1,5 мес жизни сеголетков происходит резкое падение уровня активности карбогидраз, которое совпадает с периодом их максимального роста. Различия уровней активности карбогидраз во второй половине июля и августе незначительны. В сентябре уровень ферментативной активности близок зарегистрированному в августе. Интересно отметить, что в конце июня у сеголетков шуки, находившихся в пруду на планктонном питании, уровень активности карбогидраз был значительно выше, чем у рыб из садка и аквариума - (3.39 ± 0.21) мм·г⁻¹·мин⁻¹. У шук, практически голодавших в течение 5 дней, при обилии

¹ Авторы приносят глубокую благодарность М.Н. Ивановой и А.Н. Лопатко за предоставление экспериментального материала.

Исследуемые ха- рактеристики	Дата		
	19 VI*	19 VI	2 VII
Длина тела, мм	45.57±2.14	56.30±2.50	68.70±0.71
Масса порки, г	0.99±0.11	1.39±0.16	2.07±0.06
Сумма карбогидраз	(2.64±0.37)**		1.39±0.06
Инвертаза	(1.27±0.17)**		-

* Шуки питались зоопланктоном и личинками карповых рыб.

** Различия в уровне ферментативной активности у рыб

корма в аквариуме наблюдалось снижение уровня ферментативной активности почти в 2 раза (определения, проведенные 2 июля).

Для интенсивно питавшихся рыб эти значения отмечены только через 2 нед - 15 июля. В ряде случаев различия уровня ферментативной активности у рыб, характеризующихся спадом и подъемом интенсивности питания, могут быть незначительными ((0.64±0.04) и (0.56±0.03) мм·г⁻¹·мин⁻¹ соответственно; наблюдения проведены 11 августа). Иногда могут наблюдаться достоверные различия ((0.66±0.02) при подъеме, (0.50±0.04) мм·г⁻¹·мин⁻¹ при спаде интенсивности питания; наблюдения проведены 29 сентября).

Изменения активности инвертазы в течение этого периода имели аналогичный характер. Однако наблюдалось последовательное снижение уровня ферментативной активности (33.0, 9.4, 9.4 и 4.7% от уровня активности инвертазы, зарегистрированного 19 июня).

В результате уровень активности фермента в сентябре снизился по сравнению с июнем в 21 раз. Активность инвертазы у личинок шук из пруда (смешанное питание) соответствовала (0.89±0.09) мм·г⁻¹·мин⁻¹.

Характеристики сеголетков шук, выросших в прудах, в условиях, близких к естественным (смешанное питание), но различающихся по темпу роста, приведены ниже

Длина тела, мм	Масса порки, г	Активность сум- мы карбогидраз, мм·г ⁻¹ ·мин ⁻¹	Активность ин- вертазы, мм·г ⁻¹ ·мин ⁻¹
115.0±0.2	10.7±0.7	0.80±0.12	0.10±0.03
218.0±7.9	85.0±7.8	0.70±0.07	0.25±0.03

	15 VII	24 VII	11 VIII	29 IX
	103.30±2.50	110.75±2.78	132.50±5.95	175.50±3.00
	8.83±0.50	11.20±0.76	19.45±2.27	44.16±2.42
	1.40±0.12	0.41±0.07	0.59±0.03	0.58±0.04
	0.42±0.04	0.12±0.02	0.12±0.01	0.06±0.01

содержащихся в садке и аквариуме, отсутствуют.

Различия уровня активности суммы карбогидраз у мелких и крупных рыб статистически недостоверны. Активность инвертазы у крупных шук в 2,5 раза выше, чем у мелких.

Приведенные данные в значительной мере подтверждают полученные ранее результаты [4]. Зарегистрировано последовательное снижение уровня активности карбогидраз на ранних этапах онтогенеза шуки, связанное с уменьшением доли углеводов в пище при переходе на естественное питание. Вместе с тем более детальный анализ влияния характера питания на уровень активности карбогидраз позволил установить значительную лабильность активности исследуемых ферментов. Так, данные по уровню активности суммарных карбогидраз у личинок шук в возрасте 26 дней, находившихся на смешанном питании, близки полученным ранее [4] для рыб в месячном возрасте из естественного водоема (3.39 ± 0.21) и (3.30 ± 0.25) $\text{мМ} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ соответственно). В то же время содержание рыб исключительно на рыбной диете приводит к более резкому снижению уровня ферментативной активности в конце нагульного периода по сравнению с таковым у рыб, находящихся на смешанном питании (см. таблицу). Об этом же свидетельствует сопоставление данных, полученных для рыб в возрасте 2 мес, находившихся на разных диетах: 0.41 и 0.12 $\text{мМ} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ (личинки рыб); 1.90 и 0.40 $\text{мМ} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ (личинки рыб, зоопланктон) для суммы карбогидраз и инвертазы соответственно [4].

Эти факты подтверждают важную роль механизма „субстратной регуляции“ ферментативной активности. Кроме того, они дают возможность предположить влияние интенсивности питания на исследованные параметры.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о важной роли характера (спектра) питания сеголетков шуки на скорость формирования ферментативного аппарата кишечника, характерного для взрослых рыб.

1. К у з ь м и н а В.В. Особенности мембранного пищеварения у пресноводных костистых рыб. – *Вопр. ихтиологии*, 1977, т. 17, вып. 1(102), с. 111–119.
2. К у з ь м и н а В.В. Нутритивные адаптации ферментов, осуществляющих мембранное пищеварение у пресноводных костистых рыб. – *Журн. общ. биол.*, 1981, т. 42, № 2, с. 258–264.
3. К у з ь м и н а В.В., Г о л о в а н о в а И.Л. Влияние pH на амилалитическую активность слизистой кишечника у некоторых видов пресноводных костистых рыб. – *Вопр. ихтиологии*, 1980, т. 20, вып. 3(122), с. 566–571.
4. К у з ь м и н а В.В., Л а н д с б е р г Д.Е., Г о л о в а н о в а И.Л., И з в е к о в а Г.И. Изменение активности карбогидраз в течение онтогенеза щуки (*Esox lucius* L.). – В кн.: *Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л.*, 1982, № 54, с. 58–61.
5. П е г е л ь В.А., Р е м о р о в В.А., А н т и п и н А.С., Н о в а к В.А. Исследование пристеночного и полостного пищеварения в кишечнике разных видов пресноводных рыб. – *Науч. докл. высш. школы. Биол. науки*, 1971, № 10, с. 30–33.
6. V o n k H. Die Verdauung bei den Fischen. – *Ztschr. vergl. Physiol.*, 1927, Bd 5, N 3, S. 445–546.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597–11

В.Р. М и к р я к о в, Л.В. Б а л а б а н о в а

ВКЛЮЧЕНИЕ МЕЧЕННЫХ ¹⁴C БАКТЕРИЙ В СТРУКТУРУ АНТИТЕЛ У РЫБ

Ранее нами, при исследовании особенностей распределения меченных ¹⁴C бактерий в организме рыб, было показано, что ¹⁴C задерживается в тканях и органах, ответственных за иммунитет, и включается в белковый обмен [1–4]. При анализе сыворотки крови установлено наличие меченных ¹⁴C микробов во всех белковых фракциях, в том числе в γ -глобулинах, в состав которых входят и антитела. Это позволяет предположить, что радиоактивный углерод антигена в процессе метаболизма в организме рыб включается в синтез и структуру антител.

Чтобы проверить это предположение, нами проведено определение метки в антителах карпов, иммунизированных мечеными ¹⁴C бактериями *Aeromonas punctata*.

Материалом для исследования послужила сыворотка крови карпов, полученная через различные промежутки времени (1, 3, 5, 10, 20, 30 сут) после иммунизации. В каждый срок взято

по 3 рыбы. Рыб иммунизировали внутрибрюшинно инактивированными бактериями в дозе 1 млрд. кл. с радиоактивностью 20000 имп/мин. Подопытные рыбы содержались при 20 °С в аквариумных условиях. Бактерии метили с помощью меченой ^{14}C глюкозы в процессе выращивания их на рыбопептонном бульоне. Особенности культивирования микробов *A. punctata* в присутствии меченой глюкозы и очистки их описаны нами ранее [4]. Сыворотку крови от сгустка отделяли через 18–24 ч с момента взятия крови. Кровь и сыворотку хранили в стерильных пробирках при 4 °С. Антитела из сыворотки крови выделяли с помощью реакции агглютинации. 0.5 мл сыворотки разводили 1 : 1 физиологическим раствором. Для осаждения антител использовали 100 млн. инактивированных нагреванием немеченных изотопами бактериальных клеток *A. punctata*. Учет реакции и отделение агглютината осуществляли через сутки. Надосадочную жидкость, а также сыворотку в количестве 0.5 мл наносили на бумажные фильтры площадью 1 см². Осадок агглютината наносили на фильтры после предварительной очистки его от сыворотки, не прореагировавшей с бактериями. Для этого осадок трехкратно промывали физиологическим раствором, затем отделив его центрифугированием. Фильтры с агглютинатами и сывороткой крови до и после осаждения антител высушивали и наклеивали на бумажные полосы, соответствующие по ширине рентгеновской пленке РФ-3. Радиоактивность исследуемых образцов определяли методом макрорадиоавтографии. Полосы бумаги с фильтрами плотно сворачивали с перфорированной 35-миллиметровой рентгеновской пленкой РФ-3 с чувствительностью 1000 обратных рентген, заворачивали в плотную черную бумагу и экспонировали в течение 6 мес. После этого рентгеновскую пленку проявляли в контрастном проявителе и определяли плотность почернения исследуемых образцов на денситометре ДФЭ-10. По плотности почернения судили о концентрации радиоактивных бактерий в исследуемых образцах. Кроме того, радиоактивность сыворотки крови до и после осаждения антител, а также агглютината определяли на торцовом счетчике Гейгера-Мюллера.

В результате проведенных исследований впервые получены данные, свидетельствующие о включении бактериального меченого антигена в структуру антител. Количество меченого ^{14}C антигена, обнаруженное в составе агглютината, зависит от времени взятия пробы после иммунизации рыб. Радиоактивность (РА) 100 мг агглютината увеличивалась с 24 имп/мин в 1-е сутки после иммунизации рыб до максимальной величины – 50 имп/мин – на 5-е сутки, затем постепенно уменьшалась до 13 имп/мин на 30-е сутки (табл. 1).

Параллелизма в динамике изменения удельной радиоактивности в сыворотке крови и агглютинатах по данным прямого счета не установлено. Если максимальные величины РА агглютинатов обнаружены через 5 сут, то сыворотки крови – через сутки (107 имп/мин). Сходные результаты получены по данным ана-

Т а б л и ц а 1

Содержание меченых бактерий в сыворотке крови и агглютинатах

Время взятия пробы, сут	Радиоактивность, имп/мин на 100 мг		РА агглютината, % от РА сыворотки
	сыворотки	агглютината	
1-е	107	24	22.9
3-е	89	27	32.5
5-е	89	50	56.1
10-е	65	34	52.3
20-е	68	22	32.3
30-е	70	13	18.1

Т а б л и ц а 2

Оптическая плотность радиоавтографов сыворотки крови и агглютинатов

Время взятия пробы, сут	Оптическая плотность радиоавтографов, %		РА агглютинатов, % от РА сыворотки
	сыворотки	агглютинатов	
1-е	64.9	6.1	9.4
3-е	27.5	4.9	17.8
5-е	23.6	11.0	46.6
10-е	21.5	9.3	43.2
20-е	21.0	4.7	22.4
30-е	20.0	2.8	14.0

лиза результатов исследования оптической плотности радиоавтографов сыворотки крови и агглютинатов (табл. 2). Максимальные величины оптической плотности радиоавтографов сыворотки, как и ее удельной радиоактивности, получены нами через сутки, агглютинатов – через 5 сут. В последующем величины плотности снижались. Очевидно, более медленное увеличение РА агглютинатов по сравнению с таковым сыворотки крови вызвано постепенным образованием антител и поступлением их в сыворотку крови.

Выявлены различия степени изменения удельной радиоактивности и оптической плотности радиоавтографов исследуемых сывороток. Удельная радиоактивность сыворотки крови в течение месяца незначительно менялась, тогда как величина оптической плотности уменьшалась в 3.2 раза. Изменение содержания меченых бактерий в агглютинатах в течение месяца после

иммунизации рыб при обоих способах определения было сходным. Как и при первом способе, максимальная оптическая плотность радиоавтографов агглютинатов обнаружена на 5-е сутки опыта, минимальная – на 30-е сутки. Относительное содержание ^{14}C в агглютинатах также максимально на 5-е сутки после введения меченых бактерий (табл. 1, 2).

Таким образом, радиоактивный углерод бактерий, внесенный в организм рыб в составе чужеродных тел, после метаболизма антигенразрушающими структурами превращается из „чужого” в „свой” и включается в структуру антител, выполняющих функцию нейтрализации и распознавания „чужого”.

Л и т е р а т у р а

1. Б а л а б а н о в а Л.В. Судьба парентерально введенных бактерий в организме рыб. – В кн.: Физиология и паразитология пресноводных животных. Л., 1979, с. 88–104.
2. Г о н ч а р о в Г.Д., Р о м а н е н к о В.И., М и к р я к о в В.Р. Изучение механизма иммунитета рыб при помощи ^{14}C . – Докл. АН СССР, 1986, т. 171, № 5, с. 1237–1240.
3. М и к р я к о в В.Р., Р о м а н е н к о В.И., Т р о ф и м о в а Л.В., Г о н ч а р о в Г.Д. К изучению механизма иммунитета у рыб. – В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы р. Волги. Рыбинск, 1974, с. 264–285.
4. Т р о ф и м о в а Л.В., М и к р я к о в В.Р. О судьбе бактерий *Aeromonas punctata* в организме рыб. – Науч. докл. высш. школы. Биол. науки, 1978, № 4, с. 58–61.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 576.895.121

Н.М. Б и с е р о в а

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ МИКРОТРИХИЙ ЦЕСТОДЫ *ACANTHOBOTHRUM DUJARDINI* (TETRAPHYLLIDEA)

Покровы цестод осуществляют физиологические и биохимические процессы взаимодействия паразитов и их хозяев. Литературных данных о структуре покровов тетрафиллидных цестод недостаточно [2, 3].

Задача данной работы – изучение ультраструктуры покровных тканей *Acanthobothrium dujardini* и выяснение морфологической и функциональной дифференциации микротрихий тегумента. Материал получили из кишечника *Raja clavata*, обитающего



Рис. 1. Общая морфология сколекса *Acanthobothrium dujardini*.

1 - присоска, 2 - крючья, 3 - теменная пластинка, 4 - ботридияльная ямка, 5 - наружная сторона ботридий, 6 - шейка.

в прибрежной зоне Черного моря, фиксировали в 1%-ном растворе OsO_4 на фосфатном буфере, дегидратировали в спиртах, ацетонах и заливали в аралдит. Ультратонкие срезы контрастировали и исследовали под электронным микроскопом JEM-100 С. Полутонкие срезы (1-2 мкм) получали с аралдитовых блоков и окрашивали 1%-ным метиленовым голубым.

Тело *Acanthobothrium dujardini* состоит из сколекса, шейки и стробилы с члениками разной степени зрелости. На сколексе имеются 4 присоски, 4 пары крючьев, 4 ботридии, на каждой из которых есть по 3 ямки (рис. 1). Наружная цитоплазма тегумента, имеющая симпластическое строение, покрывает все тело гельминта. На ее поверхности располагаются микро-

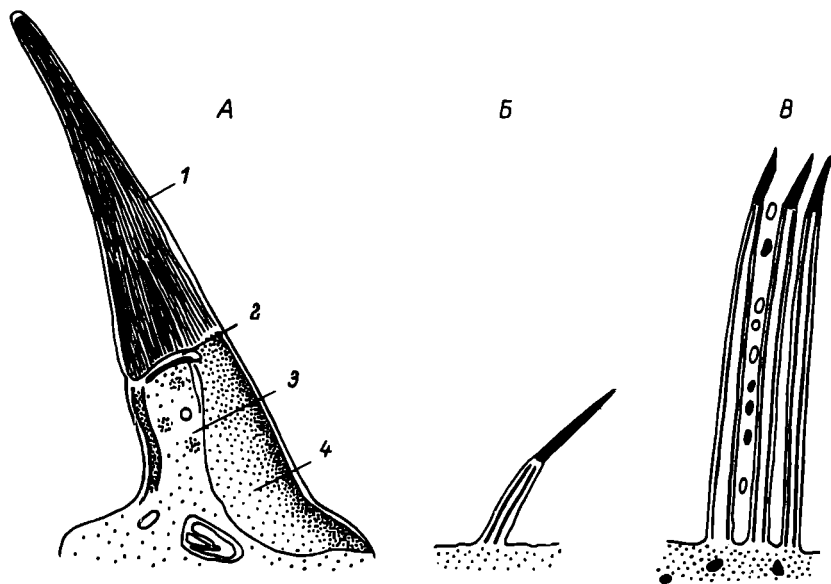


Рис. 2. Ультраструктура микротрихий *Acanthobothrium dujardini*.

А - схема укрепленной конусовидной микротрихии: 1 - апикальная часть, 2 - многослойная пластинка, 3 - цитоплазма базальной части, 4 - укрепление основания. Б - неукрепленные микротрихии сколекса и шейки. В - микротрихии стробилы.

трихии 2 типов: конусовидные укрепленные и трубчатые неукрепленные (рис. 2), которые отличаются скоплением электронно-плотного, осмиофильного вещества под плазматической мембраной базальной части конусовидных микротрихий. Снаружи микротрихии покрыты мембраной, являющейся продолжением наружной плазматической мембраны тегумента. Апикальная и базальная части микротрихий разделены многослойной пластинкой. Укрепление базальной части конусовидных микротрихий имеет вид электронно-плотного полукольца, расширенная часть которого расположена на стороне, противоположной наклону микротрихий (рис. 2, А). Наиболее мощное укрепление у микротрихий шейки, слой электронно-плотного вещества, достигает 0.07 мкм. Внутри полукольца находится цитоплазма и органоиды тегумента. Апикальный конец укрепленной микротрихии имеет вид вытянутого изогнутого конуса, состоит из электронно-плотного вещества и обнаруживает продольную исчерченность. Трубчатые неукрепленные микротрихии имеют базальную часть в виде цилиндра, заполненного гомогенной цитоплазмой, не включающей органоиды. Цилиндр оканчивается на уровне мембраны тегумента и не окружен осмиофильным веществом. Апикальная часть в виде узкого кону-

Увеличение поверхности тела *Acanthobothrium dujardini*
за счет неукрепленных микротрихий

	Сколекс	Шейка	Стробила
Количество микротрихий на 1 мкм ²	41.8	47.5	75
Длина базальной части, мкм	0.26	0.43	1.7
Длина апикальной части, мкм	0.27	0.3-0.5	0.6
Диаметр базальной части, мкм	0.08	0.12	0.1
Увеличение поверхности за счет базальной части	3.5	8.1	42.4
Увеличение поверхности за счет апикальной части	1.4	4.5	7.4
Общее увеличение поверхности по отношению к 1 мкм ²	4.9	12.5	50

са, очень мала по сравнению с базальной (рис. 2, Б, В). Длина неукрепленных микротрихий сколекса - 0.5 мкм, шейки - 0.9 мкм, стробилы - 2.3 мкм, тогда как длина конусовидных укрепленных микротрихий сколекса и шейки более 4 мкм.

В результате изучения топографии микротрихий поверхности тела *A. dujardini* установлено, что неукрепленные трубчатые микротрихии распространены повсеместно на сколексе, шейке, стробиле. На сколексе конусовидные микротрихии располагаются избирательно в местах тесного прилегания к тканям хозяина: вокруг присосок, крючьев и на ботридиях, где они чередуются с трубчатыми микротрихиями. На шейке конусовидные микротрихии располагаются кольцами, между которыми находятся участки с трубчатыми микротрихиями небольших размеров (0.85 мкм). На стробиле неукрепленные микротрихии достигают наибольшего развития и располагаются очень плотно, образуя шеточную каемку. Между ними имеются везикулы и электронно-плотные гранулы.

Таким образом, микротрихии *A. dujardini* распределяются в строгой зависимости от функции, выполняемой определенным участком пограничных тканей. По методике, разработанной для цестод [1], нами было вычислено увеличение поверхности тегумента стробилы за счет неукрепленных микротрихий. Для сравнения были проведены соответствующие расчеты для шейки и сколекса (см. таблицу). Укрепленные микротрихии не учитывались, так как они отсутствуют на стробиле и вопрос об их участии в транспорте питательных веществ является дискуссионным.

Следовательно, значительное увеличение поверхности тела на стробиле происходит за счет большого числа микротрихий на единицу площади и сильно возросшей длины базальной части микротрихии, которая на стробиле в 6.7 раз больше, чем на сколексе, и в 4 раза больше, чем на шейке. Увеличение поверхности за счет базальной части микротрихий по отношению к

апикальной на стробиле равно 6 : 1, на сколексе 3 : 1. Это служит доказательством важной роли базальной части трубчатых микротрихий в абсорбции питательных веществ.

В области стробилы идут активные процессы формирования и созревания половой системы, для которых необходимо большое количество питательных веществ. На поверхности тела многих видов цестод были обнаружены ферменты, присутствие которых говорит о пищеварительных процессах и активном транспорте в тегументе стробилы. На поверхности ботридий 4 видов тетрафиллидных цестод не были обнаружены фосфатазы [3], что свидетельствует об отсутствии пищеварительных процессов.

Наши данные показали, что наряду со сложным прикрепительным аппаратом тетрафиллидных цестод, снабженных присосками и ботридиями, в фиксации гельминта могут участвовать укрепленные конусовидные микротрихии, отличающиеся большими размерами и мощным укреплением базальной части. При сильной перистальтике кишечника хозяина микротрихии шейки и сколекса служат рычагом, противодействующим обратному движению паразита. Вывод о механической роли укрепленных микротрихий согласуется с данными других авторов [3].

Изучение покровов *A. dujardini* показало четкую морфологическую и функциональную дифференциацию микротрихий на разных участках тела гельминта и подтвердило специализацию конусовидных укрепленных микротрихий для выполнения фиксаторной, а трубчатых неукрепленных – для абсорбционно-пищеварительной функции.

Л и т е р а т у р а

1. G r a e b e r K., S t o r c h V. Elektronenmikroskopische und morphometrische Untersuchungen am Integument von Cestoda und Trematoda (Plathelminthes). – Zool. Anz., Iena, 1979, Bd 202, H. 5/6, S. 331–347.
2. R e e s G., W i l l i a m s H. H. The functional morphology of the scolex and the genitalia of *Acantobothrium coronatum* (Rud.) (Cestoda: Tetraphyllidae). – Parasitology, 1965, vol. 55, p. 617–651.
3. M c V i c a r A. H. The ultrastructure of parasite-host interface of three tetraphyllidean tapeworms of the elasmobranch *Raja naevus*. – Parasitology, 1972, vol. 65, N 1, p. 77–88.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

К МЕТОДИКЕ УЧЕТА КОЛИЧЕСТВА БАКТЕРИЙ
НА СРЕДАХ ИЗ НАТУРАЛЬНОЙ ВОДЫ

Способность бактерий развиваться на средах, приготовленных из натуральной воды, изучена совсем недавно. Было установлено, что на них водные бактерии размножаются с такой же скоростью, как некоторые чистые культуры сапрофитных микроорганизмов на балковых средах, хотя выход биомассы при этом незначителен [1]. На таких средах можно определить численность бактерий методом последовательных разведений [2].

Чем подробнее будут сделаны титры, тем точнее можно учесть количество бактерий. В вышеупомянутых публикациях для учета количества бактерий были использованы 10-кратные разведения, которые обладают тем недостатком, что в конечном разведении вероятность перенесения отдельных клеток в следующую пробирку обеспечена лишь как 1 : 10, т. е. ошибка слишком велика. В настоящей работе применялись 5-кратные разведения и 10-кратные для сравнения.

Воду из Рыбинского водохранилища стерилизовали в колбах объемом по 100 мл. После охлаждения колбы помещали в эксикатор в атмосферу CO_2 для подведения pH к нейтральному. Спустя несколько часов в одной из колб проверяли pH и среду разливали стерильными пипетками в пробирки по 4 и 9 мл. В сериях пробирок, составленных в штативы, производили разведения испытуемой воды. В первые пробирки вносили по 1 мл свежееотобранной воды из водоема, после тщательного перемешивания по 1 мл содержимого переносили в следующую пробирку и так до десятой. Посевы выдерживали 7 дней в термостате при 25 °C, после чего в каждую пробирку пипеткой Пастера вносили по одной капле, меченного ^{14}C гидролизата белка с активностью под счетчиком Гейгера $0.1 \cdot 10^6$ имп. мин. мл. Через 2 ч содержимое пробирок фиксировали формалином и профильтровывали через мембранные фильтры, задерживающие бактерии. Сразу же в воронке фильтры промывали физиологическим раствором — 3 раза по 5 мл для удаления раствора меченого гидролизата белка. Препараты высушивали и просчитывали под счетчиком. Крайнее разведение, в котором присутствовали живые бактерии, определяли по резкому перепаду радиоактивности от больших величин к малым, соответствующих контролю в незасеянных пробирках.

Полный результат определения количества живых бактерий приведен в табл. 1.

По 10-кратным разведениям, в испытуемой пробе воды находилось 100 тыс. кл./мл живых бактерий, по 5-кратным — 390 тыс. кл./мл, т. е. в 4 раза больше. Общее же содержание бактерий по прямому подсчету в этой пробе было 1260 тыс. кл./мл.

Т а б л и ц а 1

Радиоактивность бактерий в разведениях воды со ст. Коприно
из Рыбинского водохранилища

Разведе- ние	Пов- тор- ность	Номер разведения										Кон- троль	Количес- тво бакте- рий по раз- ведению, тыс. кл./мл
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
10-крат- ное	1	77	349	401	274	119	3	1	-	-	-	1-3	100
	2	251	367	287	235	272	2	3	-	-	-	1-3	
5-кратное	1	140	140	355	495	234	193	137	71	2	0	1-3	390
	2	495	322	348	279	350	219	2	26	4	2	1-3	

П р и м е ч а н и е. Прочерк означает, что анализ не производился за ненадобностью.

Т а б л и ц а 2

Количество бактерий, определенных методом титров в разных
пробах воды

Объект и вре- мя исследова- ния	Количество бактерий по прямому подсчету, тыс. кл./мл	Количество бак- терий по разве- дениям, тыс. кл./мл		% от прямого подсчета при разведении	
		10-крат- ным	5-крат- ным	10-крат- ном	5-крат- ном
Рыбинское во- дохранилище					
Ст. Коприно,					
III 1981	1663	100	390	6	24
III 1981	1683	1000	1950	59	118
IY 1981	1260	1000	390	79	31
III 1981	1758	1000	1950	57	111
Ст. Бор-Дорки	1978	1000	1950	51	99
У бывшего оз.	671	500	390	75	58
Кибицкого					
Большой пруд	2127	1000	1950	47	92
в пос. Борок					
Малый пруд в	1128	100	390	9	35
пос. Борок					
Р. Суножка	1776	100	79	6	4
Среднее	1560	644	1049	43	63

Следовательно, при 10-кратных разведениях их было учтено 8%, при 5-кратных 31%. Из этого следует, что при использовании более дробных разведений (3- и 2-кратных) можно получать результаты, приближающиеся к таковым, определяемым путем прямого подсчета. Правда, при этом надо будет выполнить весьма трудоемкую работу.

При использовании более дробных разведений нам удалось еще больше приблизиться к результатам, получаемым методом прямого подсчета (табл. 2). В 9 пробах воды при применении 5-кратных разведений в среднем было получено почти в 2 раза больше бактерий, чем при 10-кратных, что составляет 63% их общего количества.

Следовательно, с помощью дробных разведений получены еще более веские доказательства того, что большинство бактериальных клеток, определяемых по Разумову, живые.

Л и т е р а т у р а

1. Р о м а н е н к о В.И. Размножение бактерий на природной воде. — В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1973, № 17, с. 5-7.
2. Р о м а н е н к о В.И., Д а у к ш т а А.С., Л а п т е в а Н.А. Использование меченого ^{14}C гидролизата белка для определения границы развития бактерий в разведениях на натуральной воде. — Гидробиол. журн., 1976, т. 12, вып. 5, с. 81-83.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 57.047: 574.5 + 593 : 1

П.П. У м о р и н

ДОЗАТОР СРЕДЫ ДЛЯ ПРОТОЧНЫХ КУЛЬТУР

Широко распространенные в настоящее время методы проточного культивирования микроорганизмов требуют применения устройств, подающих питательную среду с заданной постоянной скоростью. Использование капилляра, работающего под постоянным гидростатическим давлением, затрудняется тем, что капилляр при подаче среды с очень малой скоростью (менее 10 мл/ч) работает неустойчиво (часто засоряется, обрастает бактериями и т. п.). Обычно рекомендуемые перистальтические наносы — устройства довольно сложные, требующие специальных шлангов. Здесь предлагается дозатор, который позволяет обойтись без серийных наносов и может быть изготовлен в условиях лабораторной мастерской. Схема его работы показана на рис. 1. На плоском основании 1 закреплен шланг 2, проходящий под зажи-

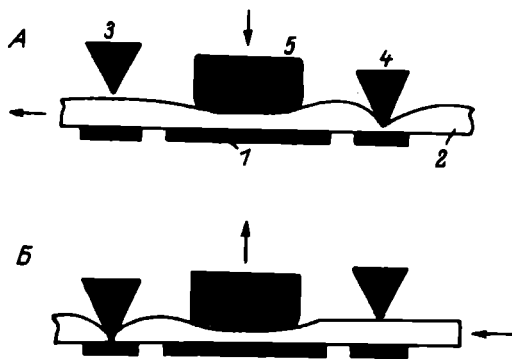


Рис. 1. Схема работы дозатора.

Объяснения в тексте.

мами 3 и 4 и под плунжером 5. Шланг может быть установлен в дозатор без отсоединения его от резервуара с питательной средой и сосуда для культивирования, что важно для соблюдения стерильности; последние вместе со шлангом могут быть стерилизованы в собранном виде. При движении вниз плунжер выдавливает из шланга порцию питательной среды и через открытый зажим 3 выталкивает ее в сосуд для культивирования (рис. 1, А). Затем зажим 3 закрывается, зажим 4 открывается, плунжер поднимается, шланг восстанавливает свою форму за счет упругости, происходит всасывание новой порции среды (рис. 1, Б). Далее следует закрытие зажима 4, открытие зажима 3, движение плунжера вниз, и цикл повторяется. Скорость подачи среды регулируется (в пределах 1-100 мл/ч) подбором диаметра шланга и площади плунжера (эти 2 параметра определяют величину выталкиваемой порции), а также изменением частоты повторения рабочих циклов.

Общая конструкция дозатора приведена на рис. 2. Возвратно-поступательное движение зажимов и плунжера осуществляется электромагнитами, могут быть использованы магнитные пускатели ПМЕ-211. Включение и выключение магнитов производится управляющим механизмом, состоящим из дисков, по которым скользят контактные пары электрических цепей магнитов. Для каждого электромагнита должна быть своя независимая цепь и одна пара контактов. Диски собраны в барабан, вращаемый двигателем ДСД-2 со скоростью 2 об/мин. Конструкция дисков и контактов должна обеспечивать мгновенное замыкание и размыкание цепи (рис. 3). Для каждой пары контактов имеются 3 диска, образующие кольцевой желоб, в котором скользит нижний контакт. На верхнем контакте имеются плечики, которые опираются на боковые диски и не дают ему упасть на нижний контакт. При вращении дисков верхний контакт находит на вырез в боковых дисках и срывается на нижний контакт, замыкая цепь. Далее оба контакта вместе скользят по выступу на среднем диске,

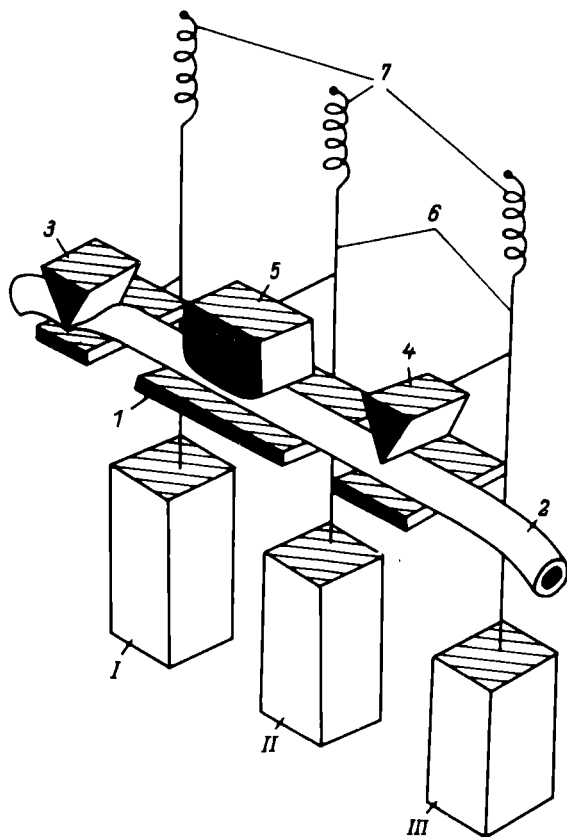


Рис. 2. Схема конструкции дозатора.

1 – основание шланга; 2 – шланг; 3 и 4 – зажимы; 5 – плунжер; 6 – тяги; 7 – пружины, I–III – электромагниты.

а затем срываются с уступа в желоб. При падении верхний контакт задевает плечиками за боковые диски и останавливается, а нижний продолжает падать. Происходит размыкание цепи.

Порядок сборки дисков в барабан программирует рабочий цикл дозатора. Схема рабочего цикла, позволяющая правильно установить диски относительно друг друга, показана на рис. 4. Включению электрических цепей соответствуют уступы на боковых дисках, выключению – уступы на средних дисках. Большую часть цикла (324°) электромагниты находятся в выключенном состоянии, при этом зажим 3 закрыт пружиной, что при отключении электроэнергии не ведет к самопроизвольному току среды из резервуара в культуральный сосуд. Если ось барабана связана непосредственно с валом двигателя ДСД-2, то полный рабочий цикл дозатора совершается за 30 с. По желанию передаточ-

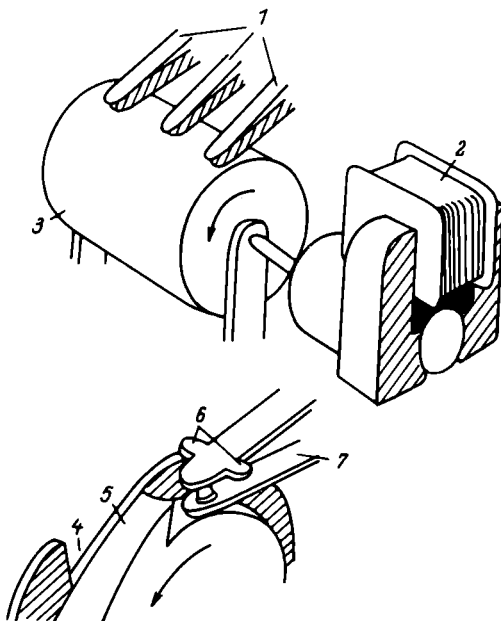


Рис. 3. Управляющий механизм дозатора.

1 - контактные пары; 2 - двигатель; 3 - барабан; 4 - вырез на боковом диске (второй боковой диск снят); 5 - выступ на среднем диске; 6 - плечики на верхнем контакте; 7 - нижний контакт.

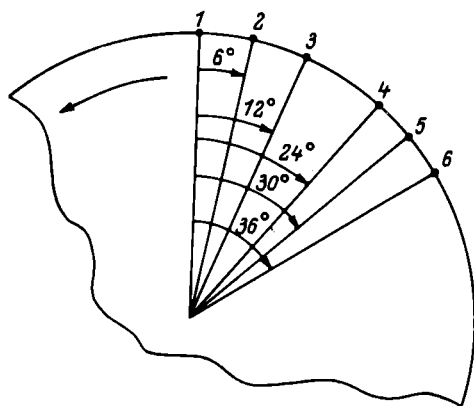


Рис. 4. Рабочий цикл дозатора.

1 - включение магнита III, закрытие зажима 4; 2 - включение магнита I, открытие зажима 3; 3 - включение магнита II, начало выталкивания; 4 - выключение магнита I, закрытие зажима 3; 5 - выключение магнита III, открытие зажима 4; 6 - выключение магнита II, начало всасывания.

ное отношение между двигателем и барабаном может быть изменено (введением редуктора и т. п.), тогда соответственно изменится длительность полного рабочего цикла.

Конкретное воплощение конструкции дозатора в материале может быть различным в зависимости от местных условий изготовления, поэтому здесь дается лишь его общая схема. Стабильность работы дозатора может быть улучшена введением между ним и резервуаром с питательной средой устройства постоянного уровня [1]. Электромагниты и двигатель питаются от сети переменного тока 220 В, но для более плавной работы дозатора и устранения гудения магнитов можно питать последние постоянным током. Зажимы и плунжеры могут быть установлены по обе стороны от тяг 6 (рис. 2), что устраняет несимметричность нагрузки на тяги и увеличивает число каналов до 2. Можно далее увеличить число каналов укладкой нескольких шлангов на каждой стороне, при этом необходимо повысить мощность электромагнитов.

Л и т е р а т у р а

1. У м о р и н П.П. Дозирующее устройство для проточных культур. — В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1975, № 27, с. 69–70.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597-151.08

В.А. С о к о л о в

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГОМЕОСТАТИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ РЫБ ПРИ СВОБОДНОМ ВЫБОРЕ рН НАРУЖНОЙ СРЕДЫ

Ответные реакции животных, направленные на поддержание постоянства внутренней среды, связаны с функциональными возможностями различных систем организма. Совокупность этих реакций была названа гомеостатическим поведением [2]. Наиболее полно описана терморегуляция водных животных [3]. Сведений о поведении рыб в градиентных условиях других абиотических факторов, в частности рН, значительно меньше. Это объясняется, вероятно, сложностью создания стабильных хемотропов.

Цель работы — оценить возможности и особенности применения установки для изучения поведения рыб при свободном выборе рН наружной среды.

Установка (см. рисунок) состоит из экспериментального аквариума (1) высотой 11 см, выполненного из оргстекла; емкостей с водой (2) и раствором HCl (3), установленных выше уровня аквариума; рН-метра (4) с блоком автоматического титрования - БАТ (5); микрокомпрессора (6) и ультратермостата (7). В аквариуме имеется стоковый штуцер с запорным клапаном и регулируемой высотой установки (8) для слива воды во время эксперимента. Слив воды из аквариума после окончания опыта производится через запорные вентили (9), расположенные в днище аквариума. Через штуцеры (10) экспериментальный аквариум соединяется с ультратермостатом, а через регулируемый клапан штуцера (11) - с емкостью для воды (рН 8.4). Для разделения концентрационных полей служат глухая (12) и сетчатая (13) перегородки. В зоне между перегородками расположены рН-электроды и распылитель микрокомпрессора. Через магнитный клапан БАТ в эту же зону на расстоянии 2-3 см над поверхностью воды вводится эластичный шланг, соединенный с емкостью (3).

Перед началом работы аквариум (1) и емкость (2) заполняются водой с рН 8.4. Уровень заполнения аквариума определяется высотой установки штуцера (8) в соответствии с размерами подопытных рыб. Для создания требуемых температурных условий к штуцерам (10) подсоединяются шланги термостата. После установления необходимого температурного режима через штуцер (11) к экспериментальному аквариуму подсоединяется емкость с водой (2); регулируемым клапаном штуцера (11) устанавливается минимальная скорость протока воды, и в рукав АБВГД помещаются подопытные рыбы. Для исключения зрительного контакта между животными при одновременном помещении в аквариум нескольких особей в рукава Ж помещаются непрозрачные перегородки (14) или вводится краситель. После 2-3 дней акклимации рыб к экспериментальному аквариуму свободное перемещение рыб с помощью сетчатой перегородки (13) ограничивается зоной Д. Емкость (3) заполняется 10%-ным раствором HCl , а регулируемым клапаном штуцера (11) устанавливается скорость протока воды с рН 8.4 ~ 0.7 л/ч. На рН-метре и БАТ устанавливаются соответствующие режимы работы, и приборы с микрокомпрессором включаются в сеть. Время установления стационарного режима и градиента рН (рН/см) определяется в основном значением рН в зоне между перегородками (12, 13), скоростью протока и величиной рН воды из емкости (2), температурой среды и уровнем воды в аквариуме. Изменяя исходные значения рН среды в зонах А и Д, можно получить практически любые значения градиента рН. Стабильность стационарного режима градиента зависит также от количества, размеров и двигательной активности подопытных рыб. Градиент рН для приведенных в статье параметров аквариума устанавливается ~ 3ч. Стабильность хемоградиентных условий может быть повышена при установке в рукав АБВГД непрозрачных перегородок (15),

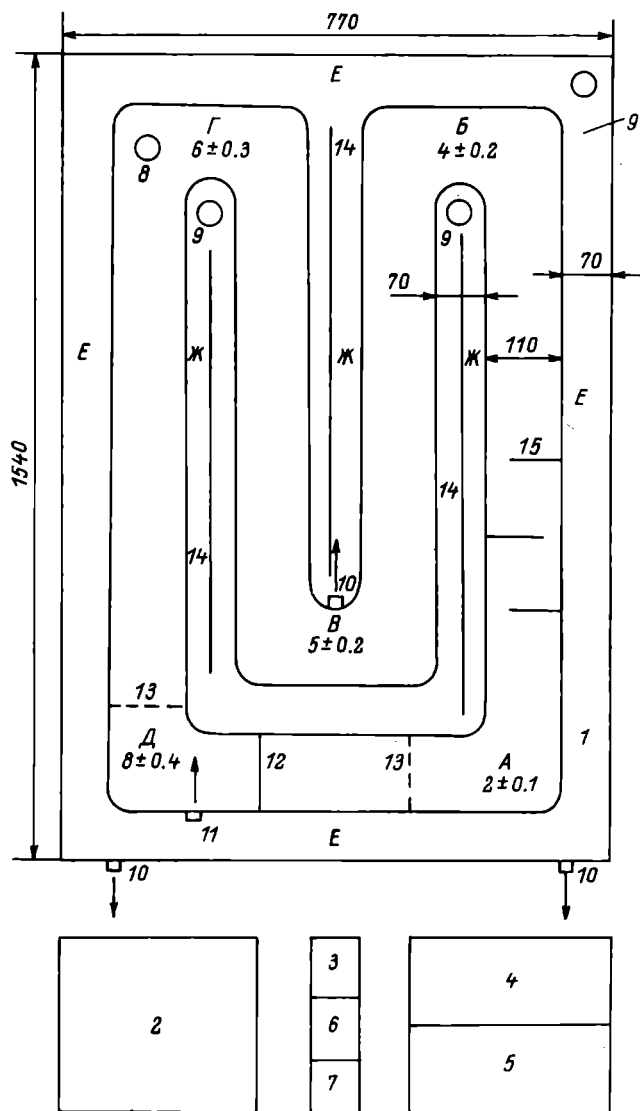


Схема установки для изучения гомеостатического поведения рыб при свободном выборе рН наружной среды.

Буквами обозначены зоны контрольных измерений. Цифры под буквенными обозначениями – среднее значение и доверительный интервал установившихся значений рН среды за 5 дней наблюдений при уровне воды в аквариуме 10 см, скорости протока 0.7 л/ч. Подопытные рыбы – 5 экз. молоди леща длиной 3 см. Размеры аквариума даны в миллиметрах. Стрелки показывают направление течения воды.

расположенных в шахматном порядке. Размеры перегородок и расстояние между ними определяются размерами исследуемых рыб. Контроль градиентных условий осуществляется отбором проб воды или помещением измерительных электродов в соответствующие точки градиента.

После установления стационарного режима градиента из рукава ГД осторожно вынимается сетчатая перегородка (13) и в течение сравнительно длительного времени анализируется поведение рыб. По времени нахождения животных в различных точках градиента определяются предпочитаемые и отпугивающие значения рН среды для рыб.

Установка может быть также использована для изучения влияния различных форм группового поведения на выбор животными предпочитаемых и отпугивающих условий среды. Для этого из рукавов Ж вынимаются непрозрачные перегородки (14), а в рукав АБВГД и в контур Е помещают подопытных рыб. Таким приемом можно изучать гомеостатическое поведение рыб при стадном и половом поведении в системе хищник-жертва в других вариантах эксперимента.

Опыт работы на установке показывает, что при незначительных конструктивных изменениях устройство может быть использовано для изучения поведения водных животных в градиентных полях таких абиотических факторов, как $S\%$ и $рО_2$.

Л и т е р а т у р а

1. С л о н и м А.Д. Среда и поведение. Л., 1977. 211 с.
2. N e i l l W.H., M a g n u s o n J.J., C h i p - m a n L.L. Behavioural Thermoregulation by Fishes: A New Experimental Approach. - Science, 1972, vol. 176, N 4042, p. 85-87 (1443-1445).

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ИНФОРМАЦИИ

Рабочее совещание по проекту 18 КАПГ „Сравнение и усовершенствование методов измерения и моделирования влияния главных геофизических факторов на свойства водных масс озер и водохранилищ”. Н.В. Б у т о р и н	3
„Качество воды в 80-е годы”. Н.В. Б у т о р и н	4

СООБЩЕНИЯ

Л а п т е в а Н.А. Видовой состав доминирующих олигокарбонильных бактерий из лесных ламб Южной Карелии	7
Г е н к а л С.И., К у з ь м и н а А.Е. О новых центрических диатомеях для флоры Енисея	11
М ы л ь н и к о в А.П. Морфология и жизненный цикл <i>Histiona aroides</i> Pascher (<i>Chrysophyta</i>)	16
С т о л б у н о в а В.Н. Зоопланктон прибрежной зоны Угличского водохранилища	19
Б а б и ц к и й В.А. Поступление и вынос донной микрофауны в мезотрофном озере	22
Б а к а н о в А.И. К вопросу о доступности бентоса для рыб Рыбинского водохранилища	26
Т и м о ш е ч к и н а Л.Г. Особенности ультраструктуры почков и железистого аппарата <i>Caryophyllaeus laticeps</i>	30
П о д д у б н ы й А.Г., М а л и н и н Л.К., Г е р ц е в В.И., К о р с а к о в В.А. Об одной математической модели прогноза поведения осетров	34
К о з л о в с к и й С.В. О размножении тюльки в Куйбышевском водохранилище	37
К о с к о в а Л.А. К оценке эффективности размножения рыб в зарослях жесткой водной растительности Саратовского водохранилища	41
К у з ь м и н а В.В., Г о л о в а н о в а И.Л. Влияние характера питания на активность карбогидраз, функционирующих в кишечнике сеголетков шук	44
М и к р я к о в В.Р., Б а л а б а н о в а Л.В. Включение меченных ¹⁴ C бактерий в структуру антител у рыб	48

Б и с е р о в а Н.М. Морфологическая и функциональная дифференциация микротрихий цестоды <i>Acanthobothrium dujardini</i> (Tetraphyllidea)	51
К о р г и н а И.В., Р о м а н е н к о В.И. К методике учета количества бактерий на средах из натуральной воды	56
У м о р и н П.П. Дозатор среды для проточных культур	58
С о к о л о в В.А. Установка для изучения гомеостатического поведения рыб при свободном выборе рН наружной среды	62

CONTENTS

INFORMATION	Page
Working meeting on the 18 CAPG Project by „Comparison and improvement the methods of measurement and modeling main geophysical factors influence on characteristics of lakes and reservoirs water masses". N.V. Butorin	3
„Water quality in the 80th years". N.V. Butorin	4
COMMUNICATIONS	
L a p t e v a N.A. Species composition of dominating oligocarbophylic bacteria in forests of the South Karelia	7
G e n k a l S.L., K u s m i n a A.E. On new diatoms of the Yenisei flora	11
M y l n i k o v A.P. Morphology and life history of <i>Histiona aroides</i> Pascher (Chrysophyta)	16
S t o l b u n o v a V.N. Zooplankton of coastal zone of the Ugitch reservoir	19
B a b i t s k y V.A. Entering and removing of bottom microfauna of mesotrophic lake	22
B a k a n o v A.I. On accessibility of benthos for fishes of the Rybinsk reservoir	26
T i m o s h e t s h k i n a L.G. Ultrastructure peculiarities of integuments and glandular apparatus of <i>Caryophyllaeus laticeps</i>	30
P o d d u b n y i A.G., M a l i n i n L.K., G e r t s e v V.L., K o r s a k o v V.A. On a mathematical model of sturgeon behaviour prognosis	34
K o z l o v s k y S.V. On reproduction of sardelles in the Kuibyshev reservoir	37
K o s k o v a L.A. On estimation of efficiency of fishes reproduction in water plants of the Saratov reservoir	41
K u s m i n a V.V., G o l o v a n o v a I.L. Influence of feeding characteristics on activity carbohydases functioning in pike fingerlings intestine ..	44
M i k r j a k o v V.R., B a l a b a n o v a L.V. Inclusion of ^{14}C bacteria into antibodies structure of fishes	48
B i s e r o v a N.M. Morphological and functional differentiation of cestodes microtrichidium <i>Acanthobothrium dujardini</i> (Tetraphyllidea) ..	51

K o r g i n a L.V., R o m a n e n k o V.I. To the methods of bacteria number calculation on natural water medium	56
U m o r i n P.P. Dosimeter of medium for flowing cultures	58
S o k o l o v V.A. Installation for homeostatic behavi- our study of fish by free choice of pH external environment	62

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 62

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод

Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина

Технический редактор Е.В. Поликтова

Корректор О.И. Буркова

ИБ № 20889

Подписано к печати 01.12.83. М-19382. Формат 60х90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4.50. Усл. кр.-отт. 4.75.
Уч.-изд. л. 4.39. Тираж 950. Тип. зак. № 1313. Цена 65 к.

Издательство „Наука“. Ленинградское отделение
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

Ордена Трудового Красного Знамени
Первая типография издательства „Наука“
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА „НАУКА“
МОЖНО ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЗАКАЗАТЬ
В МАГАЗИНАХ КОНТОРЫ „АКАДЕМКНИГА“.

Для получения книг почтой
заказы просим направлять по адресу:

117192 Москва, В-192, Мичуринский пр., 12.
Магазин „Книга – почтой“ Центральной конторы „Академкнига“;

197345 Ленинград, П-345, Петрозаводская ул., 7.
Магазин „Книга – почтой“ Северо-Западной конторы
„Академкнига“;

480091 Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97 („Книга – почтой“);
370005 Баку, ул. Джапаридзе, 13;
320093 Днепропетровск, пр. Гагарина, 24 („Книга – почтой“);
734001 Душанбе, пр. Ленина, 95 („Книга – почтой“);
375002 Ереван, ул. Туманяна, 31;
664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289;
252030 Киев, ул. Ленина, 42;
252030 Киев, ул. Пирогова, 2;
252142 Киев, пр. Вернадского, 79;
252030 Киев, ул. Пирогова, 4 („Книга – почтой“);
277012 Кишинев, пр. Ленина, 148 („Книга – почтой“);
343900 Краматорск Донецкой обл., ул. Марата, 1;
660049 Красноярск, пр. Мира, 84;
443002 Куйбышев, пр. Ленина, 2 („Книга – почтой“);
191104 Ленинград, Литейный пр., 57;
199164 Ленинград, Таможенный пер., 2;
199034 Ленинград, 9 линия, 16;
220012 Минск, Ленинский пр., 72 („Книга – почтой“);
103009 Москва, ул. Горького, 8;
117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7;
630076 Новосибирск, Красный пр., 51;
630090 Новосибирск, Академгородок, Морской пр., 22
(„Книга – почтой“);
142292 Пушкино Московской обл., МР „В“, 1;
620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137 („Книга – почтой“);
700029 Ташкент, ул. Ленина, 73;

700100 Ташкент, ул. Шота Руставели, 43;
700187 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6 („Книга - почтой”);
634050 Томск, наб. реки Ушайки, 18;
450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10 („Книга - почтой”);
450025 Уфа, Коммунистическая ул., 49;
720001 Фрунзе, бульв. Дзержинского, 42 („Книга - почтой”);
310078 Харьков, ул. Чернышевского, 87 („Книга - почтой”).