

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

77

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 77



ЛЕНИНГРАД
„НАУКА“
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1988

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 77

УДК 577(28)

Бюллетень содержит информации о школе-семинаре по методам количественной генетики и генетического мониторинга при изучении популяций пресноводных рыб и о многоуровневном комплексном эксперименте "Внутренние водоемы-86". В 19 сообщениях приводятся новые данные по различным аспектам современной гидробиологии и ихтиологии и рассматриваются некоторые методические вопросы.

Сборник рассчитан на широкий круг гидробиологов, зоологов, ихтиологов, лимнологов.

Ответственный редактор Н.А. Зиминова

Рецензенты: В.Р. Микряков, Д.С. Павлов

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 77

Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР

Институт
Биологии
внутренних вод
Академии наук СССР
Кат. № 36461-77

Редактор издательства Л.И. Сметанкина
Технический редактор Т.В. Шаврина
Корректоры Н.П. Кизим и Г.А. Лебедева

ИБ № 33300

Подписано к печати 01.02.88. М-38027. Формат 60x90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4.50. Усл. кр.-отг. 4.75.
Уч.-изд. л. 4.49. Тираж 900. Тип. зак. № 34. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство "Наука". Ленинградское отделение.
199034, Ленинград, В-34, Менделеевская лин., 1.

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

Б $\frac{2001050100-550}{042(02)-88}$ 223-88 - I

© Издательство "Наука", 1988 г.

КОМПЛЕКСНЫЙ МНОГОУРОВЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ „ВНУТРЕННИЕ ВОДОЕМЫ-86”

Проблема охраны водоемов от загрязнения поставила ряд вопросов, в частности необходимость разработки четких количественных критериев оценки качества вод и организации системы мониторинга водоемов. Мониторинг качества природных вод предполагает получение детальной и оперативной информации о процессах, происходящих в водоемах, что не всегда можно обеспечить наземными методами. В связи с этим возрастающее значение приобретает использование дистанционных методов исследований. Особая ценность последних заключается в возможности подробного анализа пространственной и временной динамики изучаемых процессов.

С 1986 г. Институт биологии внутренних вод АН СССР участвует в разработке совокупности самолетных и спутниковых методов исследования энергоактивных зон водоемов для определения комплекса их гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических характеристик. Цель исследований – разработка рекомендаций по слежению за качеством вод внутренних водоемов.

В августе 1986 г. на базе Института и при его непосредственном участии на Рыбинском водохранилище проведен комплексный многоуровневый эксперимент „Внутренние водоемы-86”.

Основная цель эксперимента – разработка системы дистанционных методов исследования характеристик процесса эвтрофирования водоемов и унификация методик и приборов, применяемых при дистанционном зондировании.

В эксперименте принимали участие сотрудники Института биологии внутренних вод АН СССР, Института озераведения АН СССР, Красноярского государственного университета, Института биофизики СО АН СССР, Ленинградского электротехнического института им. В.И. Ульянова (Ленина), Ленинградского государственного университета, Ереванского государственного университета. объединения „Аэрогеология” Министерства геологии СССР, Института электрохимии АН СССР, а также представители НРБ, ВНР, ПНР.

В соответствии с общей программой исследований в период эксперимента наблюдения с судов и носителей второго яруса были организованы так, чтобы выявить неоднородности водных масс водохранилища и обеспечить основу для дешифрирования данных дистанционного зондирования с привязкой к реальной гидросиноптической

ситуации. Контактные измерения осуществлялись одновременно с двух судов – „Академик Топчиев” ИБВВ АН СССР и „Икар” Института озерадения АН СССР.

Наблюдения на втором ярусе обеспечивались самолетом ИЛ-14, двумя самолетами АН-2 и вертолетом МИ-8, верхний ярус – ИСЗ „Метеор-Природа” и „Космос 1689”.

В период эксперимента (с 9 по 21 августа) были выполнены три съемки Рыбинского водохранилища. Продолжительность каждой съемки с судов составляла 2 или 3 дня. В части работ, выполненных с судов, с помощью стандартных методов и буксируемой и зондирующей аппаратуры проводились измерения температуры и электропроводности воды, скорости и направления течения, прозрачности и цветности, концентрации взвесей, гидробиологические наблюдения (распределение хлорофилла, состав и обилие фитопланктона) – стандартными методами, а также бортовым погружаемым флюориметром и спектрометром, актинометрические наблюдения (приходящая и отраженная солнечная радиация) и измерения спектральных характеристик водной поверхности – с помощью спектрометра РСС-3 (СССР) и спектроальбедометра (ПНР).

Аэросъемочную часть эксперимента выполняли с помощью комплекса болгарской аппаратуры (спектрометр „Спектр-15 м”, ИК-термометр), спектрометра РСС-3 и ИК-радиометра ЛЭТИ (СССР), установленных на самолете АН-2, спектрометра К-3, установленного на самолете ИЛ-14, и лазерного флюоресцентного спектрометра, установленного на вертолете МИ-8.

Космические съемки осуществлялись с помощью сканирующей и фотографирующей аппаратуры.

Предварительный анализ полученных материалов показал возможность использования дистанционных методов для оценки крупномасштабной горизонтальной неоднородности водных масс водохранилища по гидрологическим и гидробиологическим показателям. В связи с этим признано целесообразным провести в мае-июне 1987 г. на Рыбинском водохранилище на базе и при участии Института биологии внутренних вод АН СССР Международный аэрокосмический эксперимент на более широкой основе.

А.С. Литвинов

ШКОЛА–СЕМИНАР „МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ГЕНЕТИКИ И ГЕНЕТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ИЗУЧЕНИИ ПОПУЛЯЦИЙ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ И РЫБ ВОДОЕМОВ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ”

Школа–семинар, организованная Всесоюзным научно–производственным объединением Министерства рыбного хозяйства СССР по рыбоводству и ИБВВ АН СССР, проходила в пос. Борок Ярославской обл. с 17 по 20 февраля 1987 г. В ее работе приняли участие специалисты ВНПО по рыбоводству, Кубанского государственного университета (КГУ), ИБВВ АН СССР, МГУ и республиканских институтов рыбного хозяйства. Обсуждались проблемы, решаемые в рамках Комплексной целевой программы „Амур”– „Промышленное освоение растительноядных рыб и новых объектов товарного рыбоводства”.

Ю.И. Ильясов (ВНПО по рыбоводству) проанализировал результаты, полученные в 1981–1985 гг. по организации племенного дела, совершенствованию технологии и увеличению масштабов искусственного разведения растительноядных рыб. По экспертным оценкам, растительноядные рыбы могут давать во внутренних водоемах до 1 млн. т товарной продукции.

Доклад Ю.А. Волчкова (КГУ) „Теория и методы идентификации селекционно–ценных генотипов по фенотипу” был посвящен оценке современного состояния теоретических основ генетики количественных признаков и возможностей применения их в селекции. Обосновано преимущество семейного отбора в селекции рыб по сравнению с другими методами, применяемыми в селекции животных, а также необходимость селекции одновременно по комплексу признаков.

А.Н. Паюсова (МГУ) доложила о применении данных по биохимическому полиморфизму растительноядных рыб в племенной работе. Показана возможность выделения с помощью спектра частот аллелей групп пестрого толстолобика разного происхождения, а также гибридов белого и пестрого толстолобиков.

Доклады сотрудников ИБВВ АН СССР были посвящены итогам изучения популяций рыб. Основываясь на изучении изменчивости счетных признаков и признаков с неравным проявлением на сторонах тела, авторы показали применимость их результатов для селекционной и племенной работы. Ю.Г. Изюмовым высказано положение о различных подходах к селекционной работе с рыбами, имеющими широкую или узкую норму реакции признаков. А.В. Кожара продемонстрировал подходы к разложению изменчивости билатеральных структур на случайную и факториальную компоненты.

На семинарских занятиях сотрудники КГУ Ю.А. Волчков, В.П. Радецкий, М.В. Ганченко, С.И. Решетников на конкретных примерах продемонстрировали методы выделения генетически различных групп рыб для последующей селекционной работы. Использование методов многомерной статистики позволило выделить сигнальные признаки осевого скелета и оптимальные фенотипы, прижизненно определить пол и стадию зрелости рыб.

Участники школы-семинара признали плодотворность контактов между представителями отраслевой, вузовской и академической науки в решении народнохозяйственных задач. Признаны целесообразными расширение таких контактов в двенадцатой пятилетке и регулярный обмен информацией на рабочих совещаниях.

Ю.Г. И з ю м о в

УДК 581.132 : 576.809.56

В.И. Романенко

ВРЕМЯ УДВОЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ КЛЕТОК
И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АССИМИЛЯЦИИ CO_2
В КУЛЬТУРЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ
ANKISTRODESMUS FALCATUS

Определение скорости размножения планктонных водорослей в водоемах имеет важное значение для познания их жизнедеятельности и определения эффективной продукции фитопланктона [1]. В последнее время эта задача все более привлекает внимание альгологов, которые разработали различные варианты определения прироста численности клеток водорослей в условиях, приближающихся к естественным [2-4].

Трудности возникают при установлении малых величин прироста численности клеток, особенно в водоемах олиготрофного типа.

Ранее нами [7] было показано, что в бактериальных культурах прирост биомассы может быть определен по гетеротрофной ассимиляции CO_2 с помощью меченых атомов. При этом в чистых культурах время удвоения численности бактериальных клеток совпадает с временем удвоения фиксации CO_2 , определенной с помощью $^{14}\text{CO}_2$ [5, 6].

На чистой культуре водорослей нами было проведено определение времени удвоения количества клеток за различный период развития культуры и ассимиляции CO_2 в процессе фотосинтеза. Водоросли выращивались в колбах в люминостате при освещенности в 4000 лк. Меченый карбонат с радиоактивностью $1.5 \cdot 10^6$ имп/мин на 100 мл среды был внесен в колбу с водорослями. Через разные промежутки времени после тщательного перемешивания культуры из колбы отбирали по 1 мл для подсчета количества клеток и по 10 мл для определения их радиоактивности. Численность водорослей учитывалась в камере Учинской станции, радиоактивность — под торцовым счетчиком Гейгера. Время удвоения количества клеток (D) и ассимиляции CO_2 рассчитывали по формуле:

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

где t — время от начала опыта, ч; b — количество клеток, биомасса или ассимиляция CO_2 за предыдущий отрезок времени; B — то же за последующий отрезок времени. Результаты приведены в таблице.

В подавляющем большинстве случаев в процессе фотосинтеза время удвоения количества водорослей и ассимиляции CO_2 совпа-

Время удвоения численности *Ankistrodesmus falcatus*
и ассимиляции CO_2 в процессе фотосинтеза

Время от начала опыта, ч	Количество водорослей, кл./мл	Ассимилировано CO_2 в процессе фотосинтеза, мкг С/л	Время, за которое произведен расчет, от - до, ч	Время удвоения водорослей, ч	
				по количеству клеток	по ассимиляции CO_2
Исходное	787	-	-	-	-
24	4021	69.9	0-24	-	-
72	24408	445	24-72	18.4	17.9
144	79342	1643	72-144	42.2	38.1
192	197552	4211	144-192	35.9	34.7
312	2044740	24545	192-312	35.5	47.0
-	4021	79349	24-120	27.8	26.3
-	24408	197552	24-240	39.6	34.8
-	24408	2044740	48-240	37.4	41.3
\bar{X}	-	-	-	33.8	34.3

дает. За 13 сут роста водорослей „D” изменялось от 17,9 до 47 ч при средних величинах для всего эксперимента 33,8 по прямому счету и 34,3 ч по ассимиляции CO_2 . При этом подготовка препаратов в том и другом случае по времени была практически одинаковой, но подсчет клеток под микроскопом (просчитывалось по 100 полей зрения в двойной повторности) занял полную рабочую неделю, а обработка и определение радиоактивности – менее 2 ч.

Теоретически разница в результатах могла достигнуть значительных величин лишь в том случае, если бы первичные продукты фотосинтеза в большом количестве выделялись во внешнюю среду в виде меченых соединений. Чтобы этого не произошло, анализ нужно проводить за малые промежутки времени.

Эти данные могут служить лишь предпосылкой для изучения интенсивности размножения фитопланктона в водоеме с помощью ^{14}C . Непосредственно в таком виде перенести их на водоем нельзя. Но, так же как и при определении скорости размножения бактерий, величина „B” [7] в вышеупомянутой формуле может быть представлена как $b + p$, где b – исходная биомасса водорослей, p – прирост их в результате фотосинтеза. Поскольку радиоуглеродный метод обладает высокой чувствительностью, величина „p” может быть определена за сколь угодно малый промежуток времени и с высокой точностью даже в ультраолиготрофных водоемах. Уже сейчас этот метод можно применить для определения скорости размножения водорослей в чистых культурах.

1. В и н б е р г Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960.
2. Г л а з у н о в И.В., К о ж о в а О.М. Определение продукции фитопланктона в районе Селенгинского мелководья Байкала // Изв. Сиб. отд-ния АН СССР. 1966. № 8, вып. 2.
3. (Г у т е л ь м а х е р Б.Л., П е т р о в а Н.А.) G u t e l m a c h e r B.L., P e t r o v a N.A. Production of Individual Species of Algae and its Role in the Productivity of Phytoplankton in Ladoga Lake // Intern. Rev. gesamt. Hydrobiol. 1982. Vol. 67, N 5.
4. Е л и з а р о в а В.А. Некоторые данные о скорости размножения планктонных водорослей в прибрежье Рыбинского водохранилища // Гидробиологические характеристики водохранилищ волжского бассейна. Л., 1982.
5. К р ы л о в а И.Н., Р о м а н е н к о В.И. Время генерации и время удвоения ассимиляции CO_2 в чистых культурах сапрофитных бактерий // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1977. № 35.
6. Р о м а н е н к о В.И. Время генерации и время удвоения ассимиляции CO_2 гетеротрофными бактериями // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1969. № 4.
7. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: Лабораторное руководство. Л., 1974.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК (556,555.6 : 579) (285.2)

А.Н. Б у т о р и н

ОБ АКТИВНОСТИ МИКРОФЛОРЫ
ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛЕНКИ ИЛОВ
ОЗЕРА СЕВАН

Определение общей активности микробного сообщества является важным моментом в изучении иловых отложений водоемов. Наиболее активная микрофлора обитает на границе ила и воды, в так называемой поверхностной пленке [1, 4].

Задача данного исследования состояла в изучении активности микрофлоры илов оз. Севан в разные сезоны года. О ее величине судили по темновой ассимиляции углекислоты. Работы проводили в марте и сентябре 1983 г. Отбор проб, определение темновой ассимиляции углекислоты и общей численности бактерий на гори-

Характеристика илов

Место взятия пробы	Гори- зонт, см	Потери массы при прокали- вании, %	Содержание гидрокар- бонатов, мг/г	Темновая ассими- ляция, мкг С/г сырого ила	Общая численность микроорга- низмов, млрд кл./г сырого ила
--------------------------	----------------------	---	---	---	---

М а р т

Большой	0-0.3	20.8	6.58	6.9	0.43
Севан	2-3	20.2	6.41	3.4	0.33
Малый	0-0.3	21.1	3.11	7.3	0.72
Севан	2-3	20.9	4.69	3.1	0.63

С е н т я б р ь

Большой	0-0.3	29.6÷27.8	0.89÷1.00	4.3-11.7	1.93-1.59
Севан	2-3	22.5÷20.3	1.10÷0.97	2.0-4.4	1.22-1.23
Малый	0-0.3	35.4÷22.8	2.33÷2.22	6.8-15.0	0.72-1.09
Севан	2-3	36.2÷30.8	1.28÷2.35	4.6-5.4	0.57-0.95

зонтах 0-0.3 см и 2-3 см производили по ранее описанным методам [1, 3]. Радиоактивность используемого изотопа равнялась $1.4 \cdot 10^6$ имп / (мин·мл). Данные по гидролого-гидрохимической характеристике водоема и физико-химическим параметрам илов в периоды исследования опубликованы ранее [2].

Илы озера характеризуются большим содержанием гидрокарбонатов, особенно высоким в зимний период и снижающимся к осени (см. таблицу). Активность и общая численность микроорганизмов варьировали в зависимости от сезона года и глубины от поверхности ила. В марте темновая ассимиляция CO_2 в точках отбора проб была приблизительно одинаковой. В поверхностной пленке она была почти вдвое выше, чем на глубине 2-3 см. При этом радиоактивность бактерий в 1 мл пробы ила из указанных горизонтов к концу опыта равнялась соответственно 2100-3200 имп / мин и 1100-1200 имп / мин.

В сентябре темновая ассимиляция на тех же горизонтах увеличилась в среднем в 1.3 раза. Количество импульсов на 1 мл пробы в опытах составляло для указанных выше горизонтов 3100-11700 имп / мин и 1800-4500 имп / мин соответственно. Наименьшая величина темновой ассимиляции отмечалась в илах центральной части Большого Севана, а наибольшая - в илах сублиторали Малого Севана. Общая численность бактерий в илах озера по сезонам года изменялась аналогично темновой ассимиляции, увеличиваясь к осени примерно в 2 раза.

Таким образом, в илах оз. Севан четко прослеживается эффект поверхностной пленки ила. Активность бактерий в этом слое в 1.5–2.8 раза, а общая численность – в 1.1–1.5 раза выше, чем на глубине 2–3 см. Увеличение общей численности и активности бактерий в илах озера в осенний период по сравнению с зимним обуславливается, по всей видимости, прогреванием илов и поступлением органического вещества отмирающего планктона.

Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н А.Н. Активность микрофлоры в поверхностном слое донных отложений озер Северо-Двинской системы // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1984. № 64.
2. Б у т о р и н А.Н. Характеристика микрофлоры поверхностной пленки илов озера Севан // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1987. № 74.
3. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: Лабораторное руководство. Л., 1974.
4. N o v i t s k y J.A. Heterotrophic activity throughout a vertical profile of sea water and sediments in Halifax Harbor, Canada // J. Appl. Environ. Microbiol. 1983. Vol. 45, N 6.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.5(28) 581

В.И. А р т е м е н к о, И.В. Д о в б н я

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗ. ПЛЕШЕЕВО

Оз. Плещеево – крупный глубоководный водоем Ярославской области (площадь его 51 км², средняя глубина 11 м). Озеро овальной формы, берега слабо изрезаны, защищенных от ветра и волнобоя участков нет. Водоем проточный, в него впадает р. Трубеж и ряд мелких притоков, а вытекает р. Векса. Для морфометрии характерно наличие широкой (до 1 км) мелководной зоны с глубинами до 2 м. В литоральной зоне преобладают песчаные и илистые грунты. Прозрачность высокая – до 7 м.

Первые сведения о водной растительности оз. Плещеево содержатся в работах А.Ф. Флерова, М. Первухина, Д.А. Ласточника [1, 2, 5, 6].

Нами было проведено обследование растительности озера летом 1985 г. Оз. Плещеево относится к водоемам, слабо зарастающим

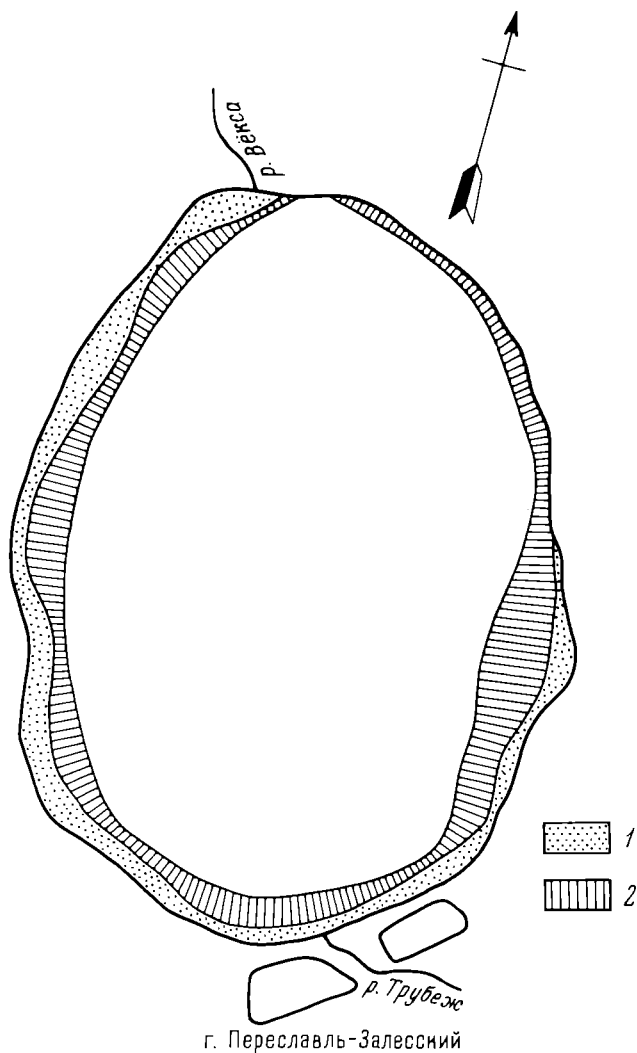


Схема зарастания оз. Плещеево.

1 – воздушно-водная растительность; 2 – погруженная растительность.

высшей водной и прибрежно-водной растительностью. В настоящее время площадь зарослей составляет 6 % акватории озера или $1/4$ часть его мелководий. Примерно та же степень зарастания (5 % акватории) была и в 1965 г. [4].

Растительность озера складывается из 31 ассоциации гидрофильных растений, относящихся к 13 формациям.

Флора насчитывает 84 вида растений; эдификаторами и доминантами являются 14.

Несмотря на большую протяженность побережья, растительный покров его сравнительно однороден. Здесь ярко выражены два пояса растительности – воздушно-водная и погруженная. Пояса растений с плавающими листьями практически нет (см. рисунок).

Наиболее интенсивно водной и воздушно-водной растительностью зарастают западная и северо-западная части озера. На этом участке встречаются обширные заросли камыша озерного (*Scirpus lacustris* L.), тростника обыкновенного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud), рогоза узколистного (*Typha angustifolia* L.). Группировки этих видов отмечались здесь еще около 60 лет назад [2]. Зарастание литорали происходит следующим образом. По краю заболоченного берега неширокой полосой отмечены фитоценозы осоки острой (*Carex acuta* L.) и манника большого (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.) с вкраплениями отдельных куртин рогоза широколистного (*Typha latifolia* L.). Этот довольно узкий бордюр граничит со сплошной зоной тростника обыкновенного с многокоренником обыкновенным (*Spirodelia polyrrhiza* (L.) Schleid.). С нарастанием глубины появляются ассоциации тростянки овсяничной (*Scolochloa festucae* (Willd.) Link.) и хвоща приречного (*Equisetum fluviatile* L.). Завершается профиль рдестом пронзеннолистным (*Potamogeton perfoliatus* L.). Кроме того, на этом участке литорали отмечены большие куртины ситняга болотного (*Eleocharis palustris* (L.) R.Br.) и сусака зонтичного (*Butomus umbellatus* L.), которые чередуются с сообществами растений с плавающими на поверхности воды листьями кубышки желтой (*Nuphar lutea* (L.) Smith.) и гречишки земноводной (*Polygonum amphibium* L.).

Северный берег озера зарос очень слабо. Здесь вплотную к песчаному берегу подходит лес. Водная растительность представлена только поясом погруженных растений (рдест пронзеннолистный).

На восточном берегу наряду с погруженной растительностью, состоящей из зарослей рдеста пронзеннолистного и урути колосистой (*Myriophyllum spicatum* L.), появляются воздушно-водные сообщества. Вдоль лесистого берега ассоциации манника большого сменяются ассоциациями хвоща приречного, которые со стороны воды граничат с фитоценозами тростянки овсяничной.

Зарастание юго-восточного берега происходит иным путем. Сразу от берега заливной луг переходит в манниковые и хвощово-осоковые сплавины. Края сплавин окаймляют группировки двукисточника тростниковидного (*Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch.), манника большого, рогоза узколистного. Сплавины переходят в разреженные заросли тростянки овсяничной, камыша озерного и ежеголовника прямого (*Sparganium erectum* L.). В поясе погруженной растительности отмечаются большие скопления урути колосистой и рдеста пронзеннолистного. Повсюду на юго-восточном и южном берегах на глубинах 30–40 см расположены сплошные

заросли харовых водорослей. Известно, что хара предпочитает мягкие илистые грунты и чистую спокойную воду [3]. Ее распространение на оз. Плещеево подтверждает эти экологические особенности.

Для южного берега, примыкающего к г. Переславлю-Залесскому, характерно чередование растительных ассоциаций. В устье р. Трубеж существует куртина стрелолиста обыкновенного (*Sagittaria sagittifolia* L.) по меньшей мере с 1927 г. [1, 2]. Со стороны суши она граничит с узкой полосой манника большого и камыша озерного, а со стороны воды — с группировками рдеста пронзеннолистного, элодеи канадской (*Elodea canadensis* Mich.), роголистника темнозеленого (*Ceratophyllum demersum* L.). С увеличением глубины отмечаются редкие куртины сусака зонтичного и небольшие пятна рдеста пронзеннолистного.

В целом для оз. Плещеево характерно расположение растительности почти сплошной полосой вдоль береговой линии, преобладание пояса погруженных растений, очень слабое развитие пояса растений с плавающими на поверхности воды листьями, наличие зарослей хары, довольно редких для озер Ярославской области.

В заключение можно отметить, что растительность озера существенно не менялась за последние годы, так и в многолетнем аспекте. Лишь в отдельные годы исчезали заросли хары.

Л и т е р а т у р а

1. Л а с т о ч к и н Д.А. Плещеево озеро (Характеристика водоема и его населения) // Тр. Переславль-Залесского историко-художественного и краеведного музея. Переславль-Залесский, 1927. Вып. 2.
2. П е р в у х и н М. Плещеево (Переславское озеро): Ч. 2. Флора и фауна // Тр. Переславль-Залесского историко-художественного и краеведного музея. Переславль-Залесский, 1927. Вып. 3.
3. О п р е д е л и т е л ь пресноводных водорослей СССР: Харовые водоросли. Charophyta. Л., 1983.
4. П о л я к о в а Л.А. Материалы и растительность озер Среднего Поволжья // Первая конф. по изуч. водоемов бассейна Волги: Тез. докл. Тольятти, 1968.
5. Ф л е р о в А.Ф. Заращение озер и образование болот // Инструкция для исследования озер. СПб., 1908.
6. Ф л е р о в А.Ф. Растительные сообщества Переславского уезда Владимирской губернии // Материалы к познанию флоры и фауны Российской империи. Отд. ботаники. М., 1899. Вып. 3.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И.В. Довбня, В.А. Экзерцев

СПЛАВИНООБРАЗОВАНИЕ НА МЕЛКОВОДЬЯХ
ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

За почти полувековой период существования Иваньковского водохранилища растительность его мелководий прошла несколько этапов развития. В последние три десятилетия для водоема характерно заболачивание огромных площадей литорали. Этот процесс заключается в появлении на заросших участках побережья плавающего ковра из водно-болотных растений. Сплавины возникают на изолированных от основной акватории участках мелководий с глубинами 60–80 см, как правило, наиболее продуктивных растительных сообществах. Развитие сплавинообразования наблюдается через 25–30 лет после создания водохранилища при условии стабильного летнего уровня [1, 3].

Цель настоящего исследования – изучение образования, особенностей строения и распространения фитоценозов сплавин.

Сбор материала проводился в течение 1981–1984 гг. путем маршрутных обследований заросших мелководий водохранилища. Сделано более 250 геоботанических описаний, заложено 35 экологических профилей.

Наиболее распространены на Иваньковском водохранилище сплавины манниковые (с доминированием *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.), хвощовые (*Equisetum fluviatile* L.), тростниковые (*Phragmites communis* Trin.), кроме того, встречаются розговые (*Typha latifolia* L.), телорезовые (*Stratiotes aloides* L.), айрные (*Acorus calamus* L.) и разнотравно-осоковые. Наблюдается сплавинообразование и в густых существующих продолжительное время посадках риса дальневосточного (*Zizania latifolia* Turcz.). В естественных водоемах процесс зарастания озер, описанный ранее В.Н. Сукачевым [2], происходит, как правило, путем надвигания на свободную водную поверхность ковра водно-болотных растений с участием сфагновых или гипновых мхов. Впоследствии образуется либо сфагновое, либо гипновое, иногда осоковое болото.

Появление сплавинных фитоценозов на водохранилищах представляет собой новый, ранее не изученный процесс эндогенных сукцессий. В обобщенном виде он может быть представлен следующим образом. На старых искусственных водоемах с постоянным летним уровнем фитоценозы манника большого, хвоща приречного и других воздушно-водных растений настолько изменяют условия своего биотопа, что уже не могут в нем существовать. Поэтому на смену типично водной растительности приходит водно-болотная. На первоначальном этапе сукцессий в изолированных участках мелководий среди густых зарослей на поверхности воды накапливается большое количество растительных остатков, вокруг которых в массе разви-

ваются ряска малая (*Lemna minor* L.), многокоренник (*Spirodela polyrrhisa* (L.) Schleid), водокрас (*Hydrocharis morsus-ranae* L.). В результате в ранее односоставных зарослях манника, хвоща или других видов появляется ярус плавающих растений. Образующийся на поверхности сплошной полог из отмерших побегов и свободно-плавающих растений резко ухудшает газовый и температурный режимы водной среды и грунта, и надводный ярус доминирующих видов разреживается. На скоплениях растительных остатков и на плавающих растениях поселяются семенные всходы череды (*Bidens cernuus* L.), чистеца (*Stachis palustris* L.), зюзника (*Lycopus europaeus* L.), частухи (*Alisma plantago-aquatica* L.) и омежника (*Oenanthe aquatica* (L.) Poir.). Корни всходов переплетают и уплотняют плавающий зыбкий ковер. Наряду с ярусом плавающих растений в первоначальной ассоциации появляются синусии из растений-временников, пятнами вкрапленных в надводный полог. По мере уплотнения и смыкания плавающих островков на их поверхности разрастаются более крупные болотные виды – вех ядовитый (*Cicuta virosa* L.), вахта (*Menyanthes trifoliata* L.), семенные всходы рогоза широколистного. Слой воды в таких группировках полностью изолируется от воздушной среды, и в нем создаются анаэробные условия. Ранее господствовавшие здесь манник и хвощ, пронизывающие молодую сплавину и образующие в ней горизонтальные побеги и массу придаточных корней, теряют связь с непрогретым, лишенным кислорода грунтом. Теперь их корневища, располагаясь в сплаvine, еще больше уплотняют ее. На месте зарослей полупогруженных растений возникает новая плавающая ассоциация, не связанная с донными отложениями. Манник или хвощ, укореняясь в сплаvine, еще продолжают доминировать вместе с такими вселенцами, как рогоз широколистный и вех ядовитый. На первых стадиях мощность плавающего слоя достигает 10–15 см, он сильно увлажнен и сплошь покрыт ряской и многокоренником, которые великолепно развиваются на влажных полуразложившихся растительных остатках. Сплаvина начинает нарастать не только в толщину, но и вширь, надвигаясь из центра зарослей на их внешние участки. Одновременно продолжается смена состава растительности сплаvины. Доминирующую роль наряду с манником, хвощом и тростником начинают играть рогоз широколистный, вех, белокрыльник (*Calla palustris* L.) и сабельник (*Comarum palustris* L.). Верхний слой ковра становится сухим, из фитоценоза выпадает ряска. Эта стадия является расцветом сплаvинной растительности. Но и она длится недолго. Когда толща плавающего слоя достигает 20–30 см, на нем способны укореняться побеги ивы. С поселением кустарниковой растительности начинается новый этап существования сплаvин – их постепенная гибель. Кусты ивняка достигают 2–3-метровой высоты, их корневая система связывает плавающий ковер с подстилающим грунтом. В составе травостоя начинают преобладать вейник (*Calamagrostis neglecta* P.), сабельник и осоки (*Ca-*

rex acuta L., C. vesicaria L.). На месте сплавины появляется новый тип растительности – древесно-кустарниковая. Весь процесс от возникновения сплавины до ее смены ивняками происходит за 20–30 лет.

В обобщенном виде смену растительных сообществ на одном и том же участке заросших мелководий можно представить следующим образом: воздушно-водная растительность → воздушно-водная растительность с пятнами сплавин → сплавины → сплавины с кустами ив → ивняки → берзовые леса → еловые леса.

Л и т е р а т у р а

1. И в а н ь к о в с к о е водохранилище и его жизнь. Л., 1978.
2. С у к а ч е в В.Н. Болота, их образование, развитие и свойства // Избранные труды. Л., 1973. Т. 2.
3. Э к з е р ц е в В.А., М и ш у л и н а Г.С. О заболачивании мелководий Иваньковского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1976. № 32.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 639.312 : 631.8

И.А. Н о с о в а, Л.В. М и л о в с к а я

ВЛИЯНИЕ ФЕРТИЛИЗАЦИИ НА ПОПУЛЯЦИИ ПЕЛАГИЧЕСКИХ РАКООБРАЗНЫХ ОЗ. КУРИЛЬСКОГО (КАМЧАТКА)

Глубоководное оз. Курильское, расположенное в южной части полуострова, является местом нереста крупнейшего на Дальнем Востоке стада нерки (*Oncorhynchus nerca* Walb.) и нагула ее молоди.

С 1941 г. Камчатское отделение ТИНРО ведет здесь круглогодичные гидробиологические и метеорологические наблюдения. За последние 15 лет в трофодинамике озера произошли значительные изменения, связанные с длительным периодом депрессии запасов нерки, а затем последующим, с 1978 г., увеличением заходов производителей на нерест. Молодь нерки, количество которой в разные годы варьировало от 120 до 800 млн. экз., до ската в море 2–3 года нагуливается в пелагиали озера и является единственным потребителем рачкового планктона, представленного *Cyclops scutifer* Sars и *Daphna longiremis* Sars. Основные количественные и качественные изменения в популяциях этих ракообразных связаны с выеданием их молодью рыб и трофическими условиями в озере в отдельные сезоны и годы [5].

В исследованиях прошлых лет наблюдалась тесная связь трофодинамики озера с поступлениями аллохтонного и автохтонного органических веществ [2, 5, 6]. В целях повышения биопродуктивности Курильского озера и ускорения процесса восстановления численности стада нерки в 1981, 1982 и 1985 гг. в один из открытых заливов озера было внесено соответственно 80 и 100 т суперфосфата и 50 т аммофоса. Кроме того, в апреле 1981 г. на бассейн озера выпало около 300 тыс. т вулканического пепла, оказавшего мощное стимулирующее воздействие на развитие фитопланктона [1]. Важную роль в естественной фертилизации водоема сыграл дополнительный внос органического фосфора со снёнкой [3]. Это произошло в связи с резким увеличением заходов производителей на нерест — до 1,25–2,75 млн. экз., вместо 0,26–0,75 млн. экз. в 1967–1977 гг.

В период, предшествующий фертилизации (1972–1978 гг.), при минимальной биомассе фитопланктона и численности науплиусов (среднегодовая около 5 тыс. экз./м³) наблюдалась сравнительно высокая численность дафний и копепоидитных стадий циклопов, что являлось следствием недоиспользования молодью кормовых ресурсов в годы слабых заходов нерки. Бедность фитопланктона была обусловлена недостатком биогенов и интенсивной утилизацией копепоидитами мелозирой (*Melosira italica* (Ehr.) Kütz.), доминирующей в фитопланктоне [3].

Количество мелозир резко возросло с середины 1979 г. (табл. 1), после первого массового захода производителей на нерест в условиях, благоприятных по водности и термическому режиму. Второе очень большое увеличение численности этих диатомовых началось в июле 1981 г. как результат фертилизации и продолжалось по октябрь 1982 г. Отчетливо выявляется положительная связь межгодовых изменений численности мелозир с количеством фосфора, поступавшего в озеро в этот период с удобрениями и со снёнкой. В годы, урожайные по мелозире, кроме летней обязательной вспышки ее численности в Курильском озере, не всегда замещающей, наблюдается и зимний максимум, иногда растягивающийся на несколько месяцев последующего года (например, 1982 и 1984 гг.).

Хорошая обеспеченность ракообразных кормом после удобрения способствовала высокой интенсивности размножения циклопов — возросли их рождаемость, степень выживания и численность науплиусов. Последняя превзошла полувековой максимум и в отдельные месяцы 1982, 1983, 1984, 1985 гг. достигала соответственно 30, 33, 50 и 57 тыс. экз./м³ в слое 0–200 м. Отмечено, что интенсивность размножения в период 1977–1985 гг. изменялась с 2-летней цикличностью. В четные годы при сравнительно небольшом общем количестве копепоидитов наблюдались более высокие численность взрослой части популяции, доля самок и содержание яиц в 1 м³ воды. Возрастала длительность периода интенсивного размножения циклопов (с 2–3 до 5 мес в 1982 и 1984 гг.).

Т а б л и ц а 1. Численность циклопов и мелоziры в первом (I) и втором (II) полугодиях и в среднем за год (III)

Год	Науплиусы			Копеподиты			Мелозира, млн. кл./л		
	тыс. экз./м ³								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1978	2.55	1.27	2.0	3.62	5.97	4.70	1.63	1.0	1.35
1979	8.54	14.35	11.70	1.85	14.58	8.80	3.78	46.97	27.34
1980	11.0	7.82	9.41	3.81	6.10	4.83	15.77	25.06	19.90
1981	10.94	10.83	10.89	4.07	8.40	6.24	5.41	23.80	14.61
1982	16.06	20.78	18.42	4.60	6.54	5.57	162.39	60.85	111.62
1983	30.30	13.05	21.67	4.93	10.86	7.90	17.28	6.35	11.82
1984	8.41	22.85	15.63	5.28	9.55	7.41	33.44	31.54	32.40
1985	47.32	29.42	36.58	7.79	15.29	12.29	33.47	77.69	60.0

Усиление пресса молоди рыб на планктонную кормовую базу снизило избыточную численность копепоditных стадий, но благодаря интенсивному пополнению популяции после удобрения среднегодовая численность копепоditов была выше средней многолетней. Для циклопов Курильского озера с 2-летней продолжительностью жизненного цикла это четко проявилось с 1983 г. (табл. 1). Продукция циклопов в этот период возросла в основном за счет более высокой их численности и массы, а также за счет увеличения продолжительности периода интенсивного размножения: с мая по октябрь в 1982 и в 1984 гг. она составила 358 и 454 мг/м³, или 71.6 и 90.8 г/м², в слое 0-200 м, P/B-коэффициент равнялся соответственно 3 и 2.8.

Среднегодовая биомасса рачкового планктона последовательно возрастала от 92 мг/м³ в 1978 и 1980 гг. до 200 мг/м³ в 1985 г. и состояла преимущественно из циклопов: на 90-95% до и 84-88% после фертилизации. Повышение трофности водоема оказало положительное влияние в первую очередь на численность дафний. В отдельные периоды дафнии имеют такое же значение в питании пелагической молоди рыб, как и циклопы.

Существует обратная зависимость между количеством нагуливающейся молоди нерки и численностью дафний [2]. В годы низких заходов производителей на нерест и малого количества нагуливающейся молоди (до 1978 г.) среднегодовая численность дафний была сравнительно высокой (370-580 экз./м³). С 1978 г. в озере появились многочисленные поколения молоди. Усиление пресса молоди рыб заметно повлияло на численность рачков, которая снизилась до 113-217 экз./м³. Естественная и искусственная фертилизация озера, начиная с 1981 г., вызвала увеличение численности рачков до 380-480 экз./м³.

Сезонная динамика численности дафний в озере характеризуется наличием осенне-зимнего максимума и летнего минимума (табл. 2).

Внесение удобрений и пеплопад улучшили кормовую базу рачков и оказали влияние на состояние популяции дафний. С увеличением трофности воды возросла плодовитость и рождаемость дафний.

Т а б л и ц а 2. Сезонная динамика численности *Daphnia longiremis*, экз./м³

Год	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1980	250	240	240	147	60	47	28	40	50	63	86	105
1981	120	142	160	78	30	36	143	85	800	1510	1347	1265
1982	1181	900	636	201	151	120	128	159	294	407	525	640
1983	-	-	640	432	235	57	51	109	600	964	432	290
1984	169	180	172	148	59	60	71	217	479	1271	969	837
1985	522	340	169	150	67	57	48	58	65	162	284	124

Максимальных значений эти величины достигли в осенние месяцы 1982–1983 гг., когда плодовитость составила 3.7 яиц на яйцесную самку, а удельная рождаемость – 0.066 сут⁻¹.

Продукция дафний, как и циклопов, возрастала в основном за счет удлинения сроков интенсивного размножения. Наибольший Р/В-коэффициент (15.4) отмечен для второго полугодия 1982 г. Наибольшая продукция зарегистрирована для второго полугодия 1984 г. (553 мг/м³, или 111 г/м², для слоя 0–200 м).

Нарастание в 1981–1985 гг. общей численности и биомассы кормовых ракообразных при одновременном увеличении к 1983–1984 гг. массы покатников нерки свидетельствует о достаточно хорошей пищевой обеспеченности молоди и эффективности фертилизации.

Л и т е р а т у р а

1. Куренков И.И. Изменение биологической продуктивности озера под влиянием вулканического пеплопада // Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. Новосибирск, 1975.
2. Куренков И.И. Опыт фертилизации лососевого озера // Рыб. хоз-во. 1985. № 8.
3. Крохин Е.М. Влияние размеров пропуска красной *Oncorhynchus nerka* Walb. на фосфатный режим нерестовых озер // Микрофлора, фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 1967.
4. Монаков А.В., Носова И.А., Сорокин Ю.И. О питании *Cyclops scutifer* // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1972. № 13.
5. Носова И.А. Некоторые закономерности многолетних изменений в пелагическом сообществе Курильского озера // Тез. докл. 1У съезда ВГБО. Киев, 1981.
6. Носова И.А. Межгодовые изменения в пелагическом планктоне озера Курильского: К проблеме фертилизации // Комплексные исследования озера Курильского 1978–82 гг. Владивосток, 1986.

Камчатское отделение ТИНРО

В.С. Сарви́ро, В.Б. Ве́рбицкий

ПИЩЕВАЯ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ПЛАНКТОННЫХ ФИЛЬТРАТОРОВ В ПРОТОЧНОМ ГРАДИЕНТЕ КОРМОВ: 1. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОТОЧНОЙ ГРАДИЕНТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ

Изучение питания гидробионтов является одним из важных вопросов экспериментальной экологии. Особенно остро он встает при разработке биологических основ массового культивирования новых объектов, когда корм должен не только полностью отвечать пищевым потребностям, но и быть дешевым и доступным в получении, долго храниться.

Цель наших исследований заключалась в проверке возможности применения проточной градиентной установки для изучения пищевого избирания гидробионтами-фильтраторами, а также для поиска кормов, перспективных к использованию при массовом культивировании тонких фильтраторов.

Для изучения пищевого избирания планктонными фильтраторами использовали установку, ранее применяемую для определения избирания ветвистоусыми рачками предпочитаемых величин некоторых абиотических факторов среды. Схема и принцип работы установки описаны ранее [1].

В экспериментах апробирован ряд кормов, используемых в рыбном хозяйстве: карповый сеголеточный комбикорм, гидролизатные дрожжи, живая хлорелла, а также продукты переработки хлореллы — сухая хлорелла и хлорельный шрот. Два последних корма были любезно предоставлены нам сотрудниками ВНИИ Биотехника. Шрот получают высушиванием хлореллы с последующей обработкой целлюлозоразрушающими и протеолитическими ферментами. В результате обработки белки гидролизуются до низкомолекулярных пептидов и свободных аминокислот. Перед экспериментами сухие корма перемалывали до мелкодисперсного состояния.

Для каждой секции установки рассчитывали исходные навески кормов, позволяющие получить в камере с животными заданный градиент концентраций пищевых взвесей. Все расчеты проведены по сухой массе. Навески разводили в 200 мл воды, настаивали 15–20 мин, перемешивали и заливали в секции с отстоянной водопроводной водой через воронки с фильтрами из мельничного газа № 61. Объем взвеси доводили до 2.5 л. Фильтры с осевшими на них крупными частицами корма сушили до постоянной массы. По разнице между исходной навеской и массой остатка на фильтре находили количество корма, внесенного в каждую секцию (см. таблицу).

Подопытных рачков *Bosmina longirostris* и *Daphnia longispina* отлавливали из пруда (глубина 0.5 м, площадь 2.4 тыс. м²)

Концентрация различных кормов (сухая масса, мг/л воды),
по пищевой избирательности

Корм	Температура воды, °С	Номер				
		1	2	3	4	5
Живая хлорелла	11,4–11,9	0	0	0,05	0,05	0,5
Кормовые дрожжи	12,6–13,4	0	0	155	155	340
Комбикорм	11,8–12,8	0	0	80	80	150
Живая хлорелла	18,3–18,5	0	80	160	240	320
Комбикорм		0	0	0	0	0
Кормовые дрожжи		0	0	0	0	0
Шрот хлорельный	11,3–12,2	24	24	16	16	8
Живая хлорелла		0	0	8	8	16
Сухая хлорелла		0	0	0	0	0

непосредственно перед запуском в установку. Для контрольной и рабочей камер отбирали по 35–40 одноразмерных яйценосных партеногенетических самок, которых равномерно рассаживали по всей длине каждой камеры, предварительно залитой отстоянной водопроводной водой. Затем снимали зажимы с резиновых трубок, соединяющих секции установки с рабочей камерой, и кормовые взвеси поступали из секции в камеру. Температура воды в секциях и камере была близка к температуре прудовой воды в момент отлова животных и поддерживалась в пределах ее естественных колебаний за предыдущие сутки.

Для контроля за концентрацией взвеси периодически отбирали пробы из всех секций и в 7–14 точках проточной камеры, равномерно расположенных над вставкой с рачками. В камере Горяева для каждой пробы подсчитывали концентрацию кормовых частиц двух размерных групп: 2–25 и более 25 мкм.

Во время опыта кормовую взвесь в секциях постоянно перемешивали. И все же в камере наблюдалось постепенное снижение концентрации пищевых частиц (преимущественно крупных). К концу опыта различия в плотности кормовых взвесей в каждой зоне проточной камеры и соответствующей секции не превышало 25–

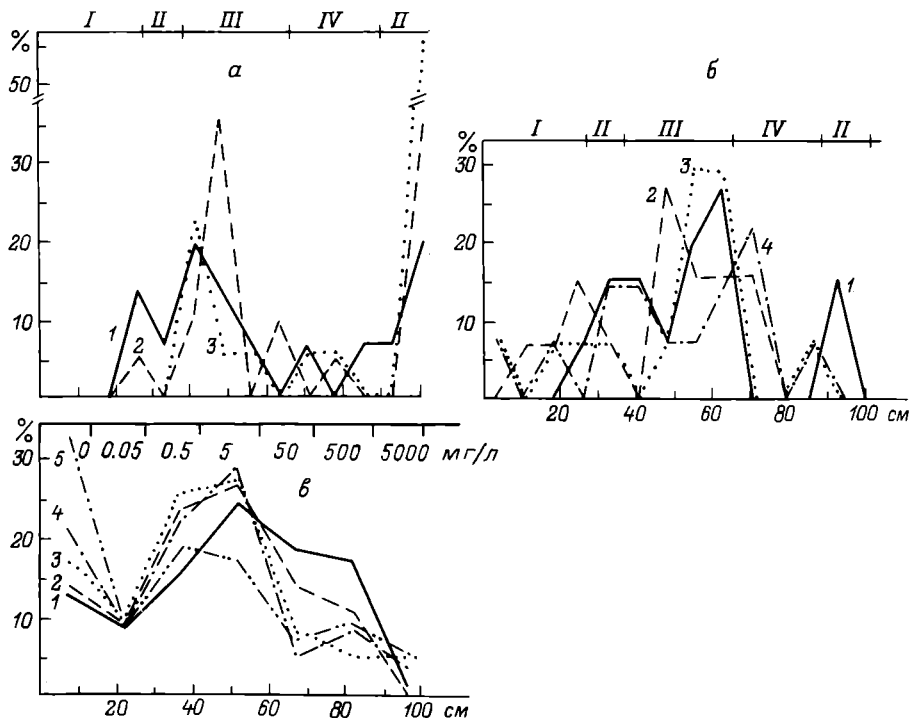
секции									
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	0,5	5	5	50	50	500	500	5000	5000
	340	640	640	980	980	1960	1960	3800	3800
	150	310	310	380	380	750	750	1340	1340
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	260	195	130	65	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	67	135	200	270
	8	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	24	24	16	16	8	8	0	0
	0	0	0	8	8	16	16	24	24

30%. Это явление вызвано оседанием частиц корма в системе подводящих трубок и на дне камеры под рамкой с рачками.

Местоположение рачков в камере регистрировали через каждые 10-15 мин. Продолжительность одного эксперимента составляла 1.5-3 ч. Суммарное количество отсчетов для проточной камеры колебалось от 160 до 611, для контрольной - от 160 до 280. Для каждого участка проточной камеры, присоединенного к определенной секции, рассчитывали частоту встречаемости рачков (процент от общего количества отсчетов). Строили полигоны распределения организмов по шкале концентрации пищи, содержащейся в секциях. Учет снижения плотности кормовой взвеси, отмеченной в проточной камере к концу опытов, не внес существенного изменения в общую картину распределения рачков.

В воде без корма рачки равномерно распределялись по всей длине камеры как на проточных режимах работы, так и без протока. Поэтому для контроля обычно использовали непроточную камеру, установленную рядом с проточной. Над камерами расположен источник света, обеспечивающий равномерное освещение.

Эксперименты показали, что через 30 мин после начала работы установки рачки избирали участки камеры с определенной



Динамика распределения яйшеносных самок *Bosmina longirostris* (а, в) и *Daphnia longispina* (б) в рабочей камере проточной градиентной установки.

I – взвесь дрожжей; II – вода без корма; III – взвесь комбикорма; IV – суспензия живых клеток хлореллы. 1–5 – полигоны распределения рачков в камере через каждые 30 мин опыта. По оси ординат – частота встречаемости рачков в камере; по оси абсцисс – длина камеры.

кормовой взвесью и в дальнейшем перемещались лишь в пределах одной-двух соседних зон, различающихся по концентрации или составу пищи (см. рисунок).

Л и т е р а т у р а

1. Сарви́ро В.С. Прибор для изучения распределения планктонных фильтраторов в проточном градиенте концентраций водных растворов и пищевых взвесей // Гидробиол. журн. 1986. Т. 22, вып. 2.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.И. Бисеров

ЗООБЕНТОС ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ 80-Х ГОДОВ

В настоящем сообщении приводятся результаты обработки бентосных съемок, проведенных на Горьковском водохранилище в октябре 1981, 1983 и 1985 гг. Материал по бентосу собирали на 2 станциях у г. Костромы, 3 – у г. Кинешмы и на 23 стандартных станциях Юрьевоцкого, Пучежского и Чкаловского створов [2] по методике Ф.Д. Мордухай-Болтовского [3].

Речная часть водохранилища. Основной тип грунта – заиленный песок; фауна носит реофильный характер, более выраженный в районе Костромы, тогда как у Кинешмы наблюдается большее сходство с фауной озерной части. Хирономид очень мало и только в 1985 г. на пойменной станции у Кинешмы в значительном количестве встречался *Chironomus f.l. plumosus*. Большую часть биомассы дают олигохеты, доминирующее положение занимает *Isochaetides newaensis*. У г. Кинешмы в большом количестве появился *Limnodrilus claparedeanus*. Во всей речной части отмечаются *L. hoffmeisteri*, *L. udekemianus*, *Potamothenix hammoniensis*, *Pelosclex ferox*, виды рода *Psammoryctides*, которые лишь иногда на отдельных участках давали значительную биомассу. Широко распространены моллюски сем. *Pisidiidae*: мелкие формы родов *Euglesa* и *Neopisidium*, крупные *Pisidium amnicum*, виды рода *Amesoda*. У г. Костромы регулярно встречается крупный *Sphaeriastrum rivicola*. Для этих лет обычны вальваты, униониды, живородки, а также пиявки. В целом биомасса бентоса речной части довольно значительна (см. таблицу) и остается стабильной как в качественном, так и в количественном отношении, и здесь в ближайшие годы вряд ли следует ожидать изменений.

Озерная часть водохранилища. Затопленная суша занимает основную часть ложа озерной части и здесь, несмотря на уже значительную заиленность, до настоящего времени попадает большое количество растительных остатков. На этом биотопе, начиная с 1975 г., резко преобладают хирономиды, преимущественно *Chironomus f.l. plumosus*, дающий подавляющую часть биомассы. Олигохет значительно меньше, наиболее обычны *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Potamothenix hammoniensis*. *Isochaetides newaensis* встречается редко и в незначительном количестве. Другие олигохеты – *Limnodrilus udekemianus*, *Potamothenix moldaviensis*, *Psammoryctides barbatus*, *Pelosclex ferox*, *Lumbriculus variegatus* – попадают эпизодически. Моллюсков мало, преобладают мелкие пизидии. Доля моллюсков с 1981 по 1985 г. резко снизилась. Редко встречаются пиявки, еще реже личинки насекомых (не хирономиды), *Asellus aquaticus*.

Биотоп	Год	Хирономиды		Олигохеты	
		г/м ²	% от общей	г/м ²	% от общей
Затопленная суша	1981	2.64	80.9	0.27	8.2
	1983	8.01	84.4	1.04	10.9
	1985	8.30	84.4	1.52	15.5
Затопленные пойменные водоемы	1981	12.8	85.2	1.29	9.1
	1983	7.63	82.2	1.10	11.8
	1985	9.69	88.2	0.72	6.5
Русло Волги	1981	13.54	64.1	7.41	35.1
	1983	12.55	77.3	2.05	12.6
	1985	5.12	47.6	4.55	42.3
Речная часть	1981	0.01	0.1	7.89	83.2
	1983	0.25	1.9	8.93	69.2
	1985	2.74	22.3	5.95	48.5

cus. Gmelinoides fasciatus последний раз был отмечен в 1981 г. В целом биомасса бентоса в 1981 г. несколько возросла по сравнению с 1979 г. [4] и в 1983–1985 гг. достигла значительной величины (около 9 г/м²), превышающей отмечавшиеся в 1966 и 1975 гг. кики биомассы [1]. Однако, как и прежде, это повышение произошло исключительно за счет хирономид.

Затопленные пойменные водоемы занимают незначительную часть водохранилища. Основным типом донных отложений в них являются серые илы. Видовой состав бентоса как качественно, так и количественно сходен с таковым затопленной суши, его биомасса, начиная с 1979 г., значительна (9–14 г/м²).

Русло Волги, занятое серыми илами и заиленными песками, по-прежнему отличается от затопленной суши соотношением основных групп бентосных животных. Довольно велика роль хирономид, в частности мотыля, но обильно представлены и тубифициды, среди которых доминируют *Isochaetides newaensis*. В 1983 г. количество олигохет снизилось. Велика по сравнению с другими биотопами роль моллюсков, представленных видами родов *Valvata* и *Pisidiidae*, а также *Bythynia tentaculata*. Пиявок мало. Самая высокая биомасса была в 1981 г., в 1983–1985 гг. она несколько снизилась.

Каких-либо закономерностей в колебаниях величин биомассы бентоса от приплотинного Чкаловского до верхнего Юрьевецкого створов выявить не удалось – в отдельные годы максимальные величины зарегистрированы у приплотинного участка (1981 г.), в другие – у г. Юрьевца (1983 г.).

Моллюски		Прочие		Общий бентос
г/м ²	% от общей	г/м ²	% от общей	г/м ²
0,25	7.6	0.1	3.3	3.27+1.09
0,44	4.6	0.01	0.1	9.50+2.98
0,01	0.1	0.01	0.1	9.83+1.14
0,76	5.3	0.05	0.4	14.18+5.86
0,39	4.2	0.17	1.8	9.28+4.16
0,52	4.7	0.06	0.6	10.99+3.80
0,14	0.6	1.50	15.8	21.10+1.94
1,62	10.0	3.71	28.8	16.25+1.79
1,07	10.0	2.58	21.0	10.75+2.15
1,50	15.8	0.10	0.9	9.49+1.28
3,71	28.8	0.02	0.1	12.90+4.89
2,58	21.0	1.00	8.2	12.27+2.39

Средневзвешенная по площади всей озерной части величина биомассы (затопленная суша занимает 87.5 %, русло Волги 10 %, пойменные водоемы 2.5 % от общей площади озерной части) составляла в 1981 г. 5.3 г/м², в 1983 г. – 10.2 г/м², в 1985 г. – 9.9 г/м², что значительно превышает величину биомассы, наблюдаемую в конце 70-х годов.

Как известно, методика дночерпательных сборов не позволяет количественно оценить наличие крупных моллюсков, поэтому мы можем дать только оценочные данные. Регулярно встречаются *Viviparus viviparus*, виды рода *Unio* и *Dreissena polymorpha* (встречаемость последней – 12–30 %). Наиболее характерны крупные моллюски для русловых участков водохранилища.

Таким образом, наблюдается значительное общее повышение биомассы бентоса Горьковского водохранилища, происходящее, как и ранее, за счет хирономид. Это позволяет говорить о неустойчивости бентосного сообщества: при условиях, неблагоприятных для развития *Chironomidae*, численность и особенно биомасса бентоса могут резко снижаться.

Л и т е р а т у р а

1. Митропольский В.И., Бисеров В.И. Многолетняя динамика зообентоса в Горьковском водохранилище // Экология водных организмов верхневолжских водохранилищ. Л., 1982.

2. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. АН СССР. М.; Л., 1961. Вып. 4(7).
3. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Состояние бентоса Горьковского водохранилища в 1960-1962 гг. // Биологические аспекты изучения водохранилищ. М.; Л., 1963.
4. Шахматова Р.А., Кравченко А.А., Ерофеева А.Н. Зообентос Горьковского водохранилища // Эколого-фаунистические исследования в Нечерноземной зоне РСФСР. Саранск, 1983.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 593.16

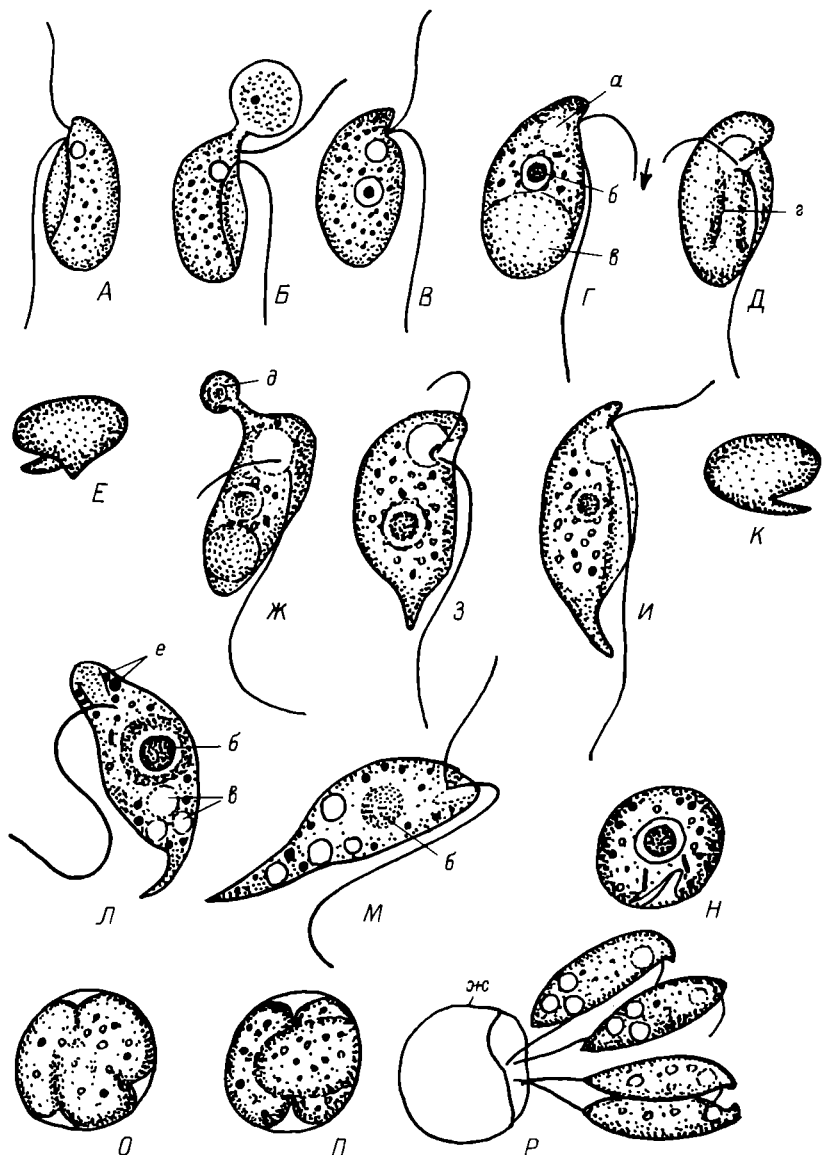
А.П. МЫЛЬНИКОВ

БИОЛОГИЯ ХИШНОГО ЖГУТИКОНОСЦА *BODO EDAX* KLEBS

Известно, что бесцветный жгутиконосец *Bodo edax* Klebs обитает в почве [1], пресных водах [4], в морях [6]. Наиболее часто он упоминается в списках фауны очистных сооружений [3], поскольку является показателем полиметасабробной зоны. Биология данного вида практически не изучена. Клебс [5] впервые указал на активное поедание *B. edax* мелких жгутиконосцев. Однако в более поздних публикациях других авторов хищничество этого вида не упоминается.

Нами выделена культура *B. edax* из очистных сооружений пос. Борок. В пробах эти жгутиконосцы нападали на жгутиконосцев *B. caudatus*, *B. saltans*, *Pleuromonas jaculans*, *Parabodo nitrophilus*, *Ochromonas* sp. Однако лишь представители последнего рода удовлетворяли их пищевые потребности. В качестве полноценного пищевого объекта (жертвы) использованы жгутиконосцы *Ochromonas* sp. (клон О-6). Форма тела особей клона О-6 овальная или треугольная, длина клеток составляет 3-7 мкм. Жертву выращивали на среде Пратта с добавлением бактерий *Aerobacter aerogenes*. Хищников исследовали после фиксации на мазках или по методу Шаудина и окрашивали по Гимза-Романовскому и Гейденгайну. Живых особей рассматривали под микроскопом Peraval-Interphako с использованием интерференционного метода.

Сытые экземпляры *Bodo edax* имеют бобовидную или яйцевидную форму тела (см. рисунок, А-Д, Е, К). Длина клеток составляет 10-16 мкм, ширина 6-8 мкм. Короткий жгутик равен



Морфология и жизненный цикл *Bodo edax*.

А-В - *B. edax* (по: [5]); Г-Е, К - вид клетки с разных сторон; Ж - поглощение пищи; З, И - изменчивость формы тела голодных особей; Л, М - окрашенные препараты; Н - зрелая циста; О, П - деление содержимого цисты; Р - выход дочерних особей из цисты. а - сократительная вакуоль; б - ядро; в - пищеварительная вакуоль; г - продольная складка; д - жертва, клон О-Б; е - гранулы; ж - оболочка цисты.

1/3–1/2 длины тела, а длинный жгутик на 1/3 длиннее тела. Оба жгутика отходят немного ниже заостренного переднего конца клетки (рострума). Крупная сократительная вакуоль располагается вблизи базальных тел жгутиков. Вдоль тела проходит продольная складка, хорошо заметная у голодных особей (см. рисунок, З, И). При плавании особь движется по спирали. После контакта рострума с жертвой между ними образуется цитоплазматический мостик (см. рисунок, Ж), через который содержимое жертвы в течение 3–5 мин переходит в заднюю часть тела хищника, где образуется одна, реже несколько, пищеварительных вакуолей. Длинный жгутик в это время совершает редкие взмахи, а короткий интенсивно колеблется, что хорошо заметно по движению бактерий, увлекаемых потоком воды. После высасывания всей жертвы хищник начинает плавать. Одну и ту же жертву могут высасывать одновременно два или три хищника. Нападение *B. edax* друг на друга не наблюдается. Время удвоения численности хищников при 20 °С составляет 2–4 ч. На окрашенных препаратах заметно ядро, жгутики, рострум, пищеварительные вакуоли. Кинетопласт не выявлен (см. рисунок, Л, М).

Скорость выедания пищи такова, что через 1–2 сут после посева на свежую среду хищники выедают всех бактериотрофных жгутиконосцев и погибают. Для предотвращения гибели животных помещали в термостат при 1–3 °С, где почти все особи переходили в состояние цисты. После прогрева чашек при температуре 20 °С происходило эксцистирование.

Перед делением особи теряют подвижность и оседают на дно чашки. Клетки округляются, в цитоплазме появляются крупные светопреломляющие гранулы. Ядро располагается около поверхности тела, напротив ядра лежит пищеварительная вакуоль. Сократительная вакуоль не функционирует. Особь покрывается цистой оболочкой (см. рисунок, Н). Ядро делится 1 или 2 раза. В результате последующей цитотомии в цисте образуются две или четыре особи (см. рисунок, О–Р). Интенсивное движение жгутиков и цитоплазмы дочерних особей приводит к разрыву оболочки цисты. 2–3 мин они еще прикреплены к оболочке цисты, а затем уплывают.

Остающаяся оболочка заметна только при использовании фазово-контрастных методов наблюдения. Молодые особи имеют вытянутую форму и меньшие размеры.

Как показывают приведенные данные, жизненный цикл *B. edax* включает стадии активного хищничества и размножения в цисте. Морфология изученного клона соответствует описанию Клебса [5]. В отличие от других представителей рода *Bodo* хищный *B. edax* высасывает добычу, а не заглатывает ее. Этим он сходен со *Spiromonas angusta* [2]. Стоит подчеркнуть, что и форма тела у этих двух хищников весьма сходна. Ядро располагается в центре клетки. Передний конец тела оканчивается рострумом. Кинетопласт отсутствует, что делает проблематичным принадлежность этих организмов к отряду *Kinetoplastida*. Причем в жизненный цикл *Spiromonas angusta* включается стадия размножения в цисте.

Основное отличие заключается в складке, проходящей вдоль тела *Bodo edax*. Вероятно, изучение тонкой структуры *B. edax* под электронным микроскопом позволит окончательно установить его таксономическое положение.

Л и т е р а т у р а

1. Гептнер В.А. Систематический обзор простейших в сероземах Узбекистана, воды и ила коллектора Чарджоуского оазиса // Проблемы почвенной зоологии: Тез. докл. 7-го Всесоюз. совещ. Киев, 1981.
2. A l e x e i e f f A. Matériaux pour servir à l'étude des Protistes coprozoïtes // Arch. zool. exp. et gén. 1929. Vol. 68, N 3.
3. C a l a w a y W.T., L a c k e y J.B. Waste treatment protozoa, Flagella // Fla Engn. Ser. 1962. N 3.
4. G i t t l e s o n M.S., H o o v e r R.L. Protozoa of underground water in caves // Ann. spéléol. 1970. Vol. 25, N 1.
5. K l e b s G. Flagellatenstudien I. // Ztschr. wiss. Zool. 1893. Bd 55.
6. R u i n e n J. Notizen über Salzflagellaten II. // Arch. Protistenk. 1938. Bd 90, N. 2.

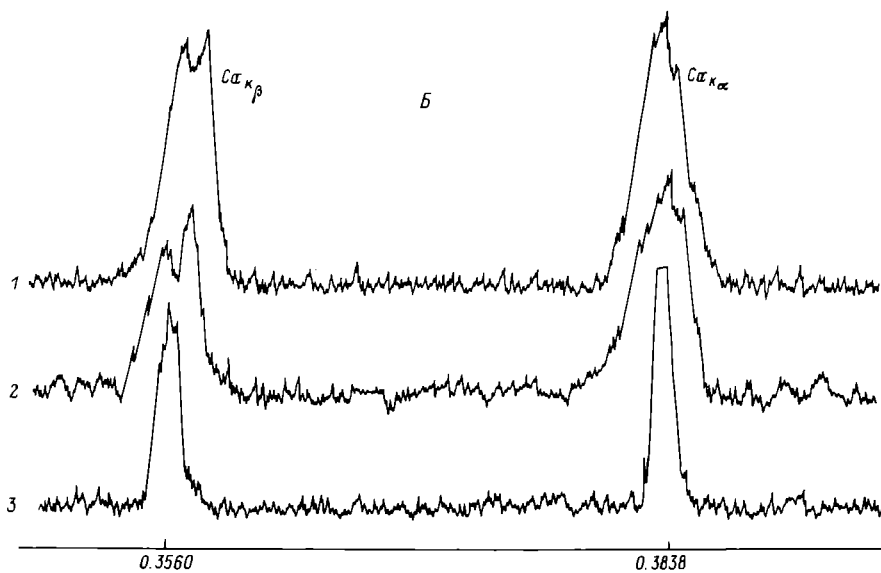
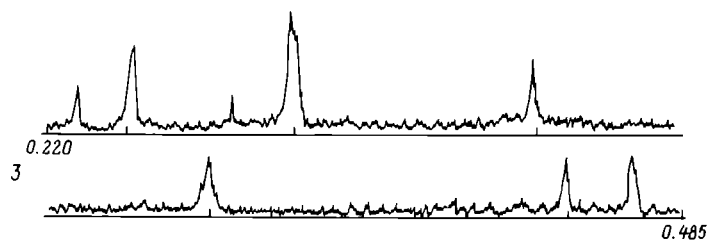
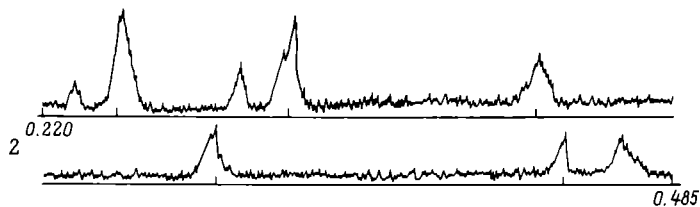
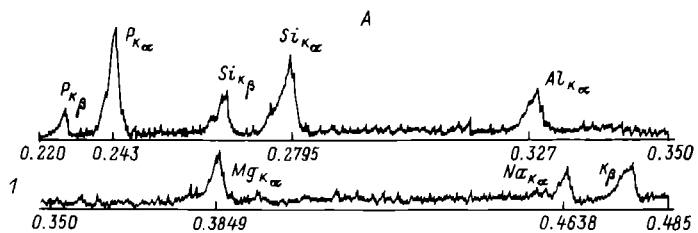
Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.18-113.315

Г.И. М а р к е в и ч, В.А. Ц е л ь м о в и ч

СОСТАВ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ СКЛЕРОТИЗИРОВАННЫХ ТКАНЕЙ КОЛОВРАТОК

Покровы и скелетные элементы челюстных аппаратов микроскопических червей – коловраток – представлены склеротизированными пластинками интрацеллюлярного происхождения. Прежние исследования ультраструктуры этих образований выявили их сложное слоистое строение со значительным развитием фибриллярного, или микротрубчатого, пласта [3, 4]. Применение гистохимических методов позволило установить, что основную долю матрикса склеритов составляют кислые мукополисахариды. Минеральные компоненты в склеротизированных тканях челюстного аппарата (мастакса) гистохимически не выявляются. Плотные пластинки покровов панцирных коловраток дают лишь очень слабую положительную реакцию на ионы Ca^{2+} [7]. Между тем цитоплазма несклеротизированных



периферических клеток мастакса включает множество крупных известковых гранул, заполняющих у ряда видов почти весь объем клеток [5]. Накопление известковых гранул в клетках, соседствующих с образующимися склеритами, отмечается и у других беспозвоночных [2]. Пространственная сопряженность закладки склеритов и накопления известковых гранул позволяет предположить участие минеральных компонентов в процессах образования и функционирования склеритных структур коловраток.

В настоящей работе была предпринята попытка оценить качественный и количественный составы минеральных компонентов в панцирных и челюстных склеритах коловраток.

Методика химического травления, обычно применяемая для изоляции склеритов коловраток, оказалась малоприменимой, так как приводила к их значительной деминерализации. Склериты для исследования минеральных включений очищались от мягких тканей ультразвуковым диспергированием с последующей двукратной 10-минутной промывкой-центрифугацией в чистой воде. Центрифугат отфильтровывался на мембранные фильтры „Нуклеопор” и монтировался на плашки растрового электронного микроскопа. Дальнейшая подготовка и анализ образцов проводились согласно методике, опубликованной ранее [1]. Минеральный состав склеритов *Asplanchna girodi*, *Brachionus quadridentatus*, *Platylabus patulus*, *Keratella serrulata*, *Notholca squamula* исследовался на электронно-зондовом микроанализаторе „Camebax”.

Рентгеноспектрограммы покровов и челюстных склеритов оказались идентичными и выявили присутствие минерализующих элементов Ca , P , Mg , Si , Al , Na , количественное соотношение которых соответствует составу минерала тремолита (см. рисунок). В качестве естественного минерала тремолит известен в виде двух различающихся характером кристаллизации форм – монолитного нефрита и тонковолокнистого асбеста. Обе разновидности тремолита соответствуют ранней стадии метаморфического преобразования кальциевых пород. Фибриллярная и микротрубчатая ультраструктура склеритов, а также хорошо известное свойство матричных макромолекул органического матрикса ориентироваться вдоль кристаллографических осей минералов [8] дают основание предположить тонковолокнистый асбестовый тип кристаллизации тремолита в склеритах коловраток.

Сложный рельеф твердых склеротизированных тканей позволил лишь рекогносцировочно оценить количественное содержание в них

Рентгенограммы спектров излучения склеритов коловраток и эталонного образца тремолита.

A – участки спектра, регистрирующие линии излучения Si , P , Al , Mg и Na (детекторный кристалл „ТАР”); Б – участок спектра, регистрирующий линии излучения Ca (детекторный кристалл „РЕТ”). 1 – склериты челюстного аппарата; 2 – панцирь; 3 – эталонный образец тремолита.

минеральных фракций. Как правило, минеральные включения составляют десятки доли процента от мукополисахаридного матрикса склеритов, чем, по-видимому, и объясняются негативные результаты гистохимических реакций на Са. Наименее минерализованными оказались склериты хищных форм рода *Asplanchna*, в то время как челюсти альгофагов из родов *Brachionus*, *Notholca*, *Keratella* и *Platytas* минерализованы сильнее. Коловратки, питающиеся преимущественно диатомовыми водорослями, имеют повышенное содержание Si, как это имеет место у *Notholca squamula*. Неравномерно распределяются и относительные концентрации минеральных веществ в склеритах. Отмечается повышенное содержание минеральных фракций в фулькральном и буллярном отделах рамусов альгофагов, а также в области второго дорзального шва унксов *N. squamula*. Повышенная минерализация обнаружена в рудиментарных унках *Asplanchna girodi*, срастающихся с рамусами, в то время как остальные локусы этих мастаксов лишены минеральных компонентов. Выбор *A. girodi* с их деминерализованными челюстными аппаратами для гистохимического изучения кальцификации плотных тканей коловраток, по-видимому, также объясняет отрицательные результаты Келлера и Хайса [6].

Таким образом, изучение минерализации плотных тканей у коловраток позволило впервые для водных беспозвоночных отметить тремолит в качестве минерализующего компонента склеритов. Незначительное содержание этого минерала в мукополисахаридном матриксе склеритов и характер ультраструктуры последних свидетельствуют о преобладании организационной функции биоминеральной кристаллизации в формировании этих скелетных элементов.

Л и т е р а т у р а

1. Маркевич Г.И., Цельмович В.А. Минеральные коронки мандибулярных зубов пресноводных *Calanoida* (Crustacea, Copepoda) // Зоол. журн. 1981. Т. 60, вып. 3.
2. Тимофеев В.А. Электронно-микроскопическое изучение известковых телец плероцеркоида и половозрелой фазы *Schistoccephalus pungitii* // Докл. АН СССР. 1964. Т. 256, вып. 5.
3. Clement P. Phylogenetic relationships of rotifers, as derived from photoreceptor morphology and other ultrastructural analyses // *Hydrobiologia*. 1980. Vol. 73.
4. Koehler J.K. A fine structure study of the rotifer integument. *J. Ultrastruct. Res.* 1965. Vol. 12.
5. Koehler J.K., Hayes T.L. The Rotifer Jaw: a scanning and transmission electron microscope study: I. The trophi of *Phylodina acuticornis* *odiosa* // *J. Ultrastruct. Res.* 1969. Vol. 27.

6. K o e h l e r J.K., H a y e s T.L. The Rotifer Jaw; a scanning and transmission electron microscope study: II. The trophi of *Asplanchna sieboldi* // J. Ultrastruct. Res. 1969. Vol. 27.
7. L a n s i n g A.J. Some effects of hydrogen ion concentration, total salt concentration, calcium and citrate on longevity and fecundity of the rotifer // J. Exp. Zool. 1942. Vol. 91.
8. W e i n e r S. Organic matrixlike macromolecules associated with the mineral phase of sea urchin skeletal plates and teeth // J. Exp. Zool. 1985. Vol. 234, N 1.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.771

А.И. Ш и л о в а, Н.И. З е л е н ц о в

К ФАУНЕ ХИРОНОМИД КАВКАЗА (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

С начала 70-х годов Институт зоологии АН ГССР проводит гидробиологические исследования оз. Паравани, расположенного в северо-восточной части Ахалкалакского плоскогорья на высоте 2080 м. Собранные Б.А. Джваршеишвили в районе озера имаго хирономид переданы нам на определение. Краткая гидробиологическая характеристика озера дана ранее [3].

Выявлено 15 видов хирономид 3 подсемейств, из них 6, отмеченные звездочкой, – массовые. Один вид, *Chironomus bonus* Shil. et Dzhvar., – новый для науки [3], 2 – впервые указаны для фауны СССР, остальные известны из других районов СССР [1] и обычны в Палеарктике [4].

DIAMESINAE

1. *Diamesa lavillei* Serra-Tosio. 11 ♂♂, 4 ♀♀, 4 куколки найдены 14 I 1974 г. на снегу у уреза воды незамерзающего ключа близ оз. Паравани у с. Тамбовка. Впервые указан для фауны СССР [2].

ORTHOCLADIINAE

2. *Bryophaenocladus** sp. Массовый вылет 26 V 1973 г. у с. Тамбовка.
3. *Cricotopus annulator** G. Массовый вылет 26 V 1973 г. у с. Тамбовка. Впервые указывается для фауны СССР.

4. Cricotopus sylvestris (Fabr.). 1 ♂, 26 V 1973 г. у с. Тамбовка.
5. Cricotopus trifasciatus (Mg.). 1 ♂, 26 V 1973 г. у с. Тамбовка.
6. Microcricotopus bicolor (Zett.). 1 ♂, 17 VIII 1973 г. у с. Тамбовка.
7. Smittia sp. 1 ♂, 26 V 1973 г. у с. Тамбовка.

CHIRONOMINAE

8. Chironomus bonus* Shilova et Dzhvarsheishvili — массовый вылет наблюдался 29 V 1973 г. у с. Тамбовка. Известен только из оз. Паравани.
9. Cryptochironomus redekei* Krus. Два вылета 29 V 1973 г. и 13 VIII 1973 г. наблюдались у с. Тамбовка.
10. Cladotanytarsus mancus (Walk.). 1 ♂, 29 V 1973 г. у с. Тамбовка.
11. Glyptotendipes paripes* Edw. Два вылета 29 V 1973 г. и 13 VIII 1973 г. у с. Тамбовка.
12. Parachironomus arcuatus* G. Массовый вылет 13 VIII 1973 г. у с. Тамбовка.
13. Parachironomus frequens G. 1 ♂, 13 VIII 1973 г. у с. Тамбовка.
14. Paratanytarsus natvigi (G.). 1 ♂, 29 V 1973 г. у с. Тамбовка.
15. Stempellina almi* Br. Два вылета 29 V 1973 г. и 13-14 VIII 1973 г. у с. Тамбовка.

Л и т е р а т у р а

1. Ш и л о в а А.И. Chironomidae // Волга и ее жизнь. Л., 1978.
2. Ш и л о в а А.И. Новая находка Diamesa lavillei (Diptera, Chironomidae) в фауне Советского Союза // Зоол. журн. 1978. Т. 57, вып. 1.
3. Ш и л о в а А.И., Д ж в а р ш е и ш в и л и Б.А. Новый вид рода Chironomus Mg. из восточной Грузии (Diptera, Chironomidae) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1974. № 24.
4. F i t t k a u E.G., S c h l e e D., R e i s s F. Chironomidae // Limnofauna Europaen. Stuttgart, 1967.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

М.И. Б а з а р о в, Н.Л. М а л и н и н, Н.А. Х а л ь к о

О СУТОЧНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ МИГРАЦИЯХ
ПЛОТВЫ И ОКУНЯ

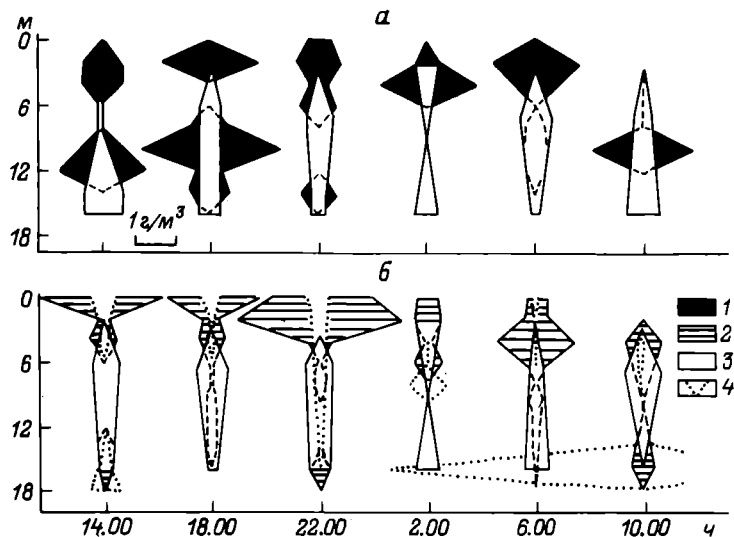
Наиболее интенсивно изучаются суточные вертикальные миграции типично планктоноядных рыб, обитающих в пелагиали водоемов [3, 4]. Совершенно не изучены суточные вертикальные миграции рыб, имеющих высокую приспособляемость к различным кормовым условиям и в некоторых случаях полностью перешедших на планктонное питание.

В августе 1984 г. в приплотинной зоне Горьковского водохранилища нами были проведены гидробиологические и гидроакустические исследования вертикального распределения плотвы и окуня.

Суточные вертикальные миграции рыб оценивали по уловам разноглубинных тралений и с помощью эхолота „Scipper-607". Для определения вертикального распределения кормовых организмов отбирали планктон из всей толщи воды с интервалом 2 м с помощью планктобатометра ДК-1. Отбор планктона, контрольные обловы рыб, гидроакустические съемки, замеры параметров среды (температура воды и воздуха, pH, электропроводность, прозрачность воды, направление и скорость ветра, волнение) проводили через каждые 4 ч. В периоды захода и восхода солнца гидроакустические съемки с одновременным измерением освещенности на поверхности воды проводили непрерывно в течение 3 ч.

В уловах присутствовали 10 видов рыб: окунь, плотва, ерш, лещ, снеток, укляя, чехонь, ряпушка, синец, судак. Окунь и плотва составляли основу общего улова и были представлены преимущественно взрослыми особями размером от 12 до 19 см с гонадами на II-III стадиях зрелости. Среди других видов рыб значительное место занимала молодь.

В светлое время суток наибольшая плотность рыб приходилась на средние слои воды (6-12 м). Вечером после захода солнца наблюдалось перераспределение рыб: увеличивалась их плотность в приповерхностном горизонте (2-6 м), а в придонном слое (16-18 м) происходил отрыв от грунта донных рыб. В ночное время формировались два скопления рыб – придонное и приповерхностное. За 1.5-2 ч до восхода солнца, когда освещенность на поверхности воды достигала 5 лк и быстро увеличивалась, приповерхностные скопления начинали опускаться на глубину и к восходу солнца при освещенности около 3000 лк оказывались в нижних горизонтах воды. Скорость погружения основной части скопления составляла 0.15-0.2 см/с. Ее низкие величины определяются продолжительностью сумеречного периода (от начала повышения освещенности до восхода солнца проходит 1.5-2 ч).



Суточные изменения вертикального распределения окуня (а) и плотвы (б) и их кормовых организмов.

1 - *Leptodora kindtii*; 2 - *Daphnia longispina*; 3 - рыба; 4 - *Bosmina longispina*.

Имеются некоторые различия в вертикальном распределении рыб по видам. Плотва в дневные часы в большем количестве встречается в средних слоях воды (6–12 м), в то время как окунь – в более глубоких горизонтах (14–18 м). Лещ и ерш днем придерживаются придонных слоев, нередко находясь непосредственно на грунте. Вечером ерш мигрирует в средние слои, поднимаясь на 5–10 м от дна, а лещ, особенно неполовозрелый, распределяется по всей толще воды.

Принято считать, что рыба совершает вертикальные миграции вслед за своими пищевыми объектами в целях более полного удовлетворения своих пищевых потребностей [3, 4]. Для выяснения суточной ритмики питания нами были использованы индексы наполнения переднего отдела пищеварительного тракта плотвы и желудка окуня. Анализ 81 экз. плотвы и 120 экз. окуня показал, что независимо от горизонта нахождения рыб максимальный индекс наполнения приходится на 18 ч – соответственно 83 ± 38 и 112 ± 45 ‰. В полночь происходит резкий спад пищевой активности, индексы наполнения в 2 ч были у окуня 2 ± 2 ‰, у плотвы: 7 ± 6 ‰.

Анализ пищевого комка свидетельствует о том, что в течение полных суток доминирующими объектами питания (60–90% по количеству и биомассе) являются ветвистоусые ракообразные – *Daphnia longispina*, *D. cuculata*, *Bosmina longispina* у плотвы

и *Leptodora kindtii*, *Bythotrephes longimanus* у окуня. Последние 2 вида совершают суточные вертикальные миграции, охватывающие всю толщу воды: днем большая часть половозрелых особей держится в 1–8 м ото дна при общей глубине 16–18 м, вечером рачки мигрируют к поверхности. Диапазон вертикальных миграций видов рода *Daphnia* охватывает преимущественно верхние и средние слои воды, в то время как *Bosmina* днем предпочитает придонный горизонт, а на ночь распределяется почти по всей толще. То же отмечено у этих ракообразных и в других водоемах [1, 2, 5].

Таким образом, днем рыба не всегда держится в слое максимальной плотности доминирующих кормовых объектов. Но в период наибольшей пищевой активности, оцениваемой по индексу наполнения, она сосредоточивается в тех слоях воды, где плотность рачков наибольшая (см. рисунок).

Суточные изменения гидрологических факторов не оказывают заметного влияния на вертикальное распределение рыб. Определяющим сигнальным показателем начала и завершения миграции служит суточное изменение освещенности в периоды захода и восхода солнца.

Обращает на себя внимание тот факт, что с понижением освещенности не все особи плотвы и окуня мигрируют вверх, значительная часть их остается в зоне дневного обитания, где ночью заметно уменьшается плотность ракообразных. Не исключено, что миграции вверх совершают лишь те особи, которые не успели насытиться в светлое время суток. Их подъем обеспечивает большую длительность питания на местах с высокой биомассой рачков: индексы наполнения у плотвы, отловленной из верхних слоев воды в ночное время, 10,9–11,2 ‰, из горизонта 15–17 м – 0,1–1 ‰. Задержка „сытых“ особей в нижних слоях воды, вероятно, ведет к уменьшению выедания их сумеречными хищниками, в частности судаком.

Л и т е р а т у р а

1. Ж а в о р о н к о в а О.Д. О вертикальном распределении *Bosmina longispina*, *B. coregoni* // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1978. № 38.
2. З о з у л я С.С. Об образовании агрегаций у *Bythotrephes longimanus* (Leydig) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1976. № 30.
3. З у с с е р С.Г. Суточные вертикальные миграции планктонных рыб. М., 1971:
4. М а н т е й ф е л ь Б.П. Экология поведения животных. М., 1980.
5. М о р д у х а й – Б о л т о в с к а я Э.Д. Суточная вертикальная миграция пресноводных хищных кладоцер *Lep-*

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.442-154.343

А.Г. Поддубный, Л.К. Малинин,
М.И. Базаров, С.В. Саранчов

О МИГРАЦИОННОМ ПОВЕДЕНИИ СЕВРЮГИ В РАЙОНЕ КАРАГАЛИНСКОГО ГИДРОУЗЛА

В апреле и июле 1986 г. нами были проведены рекогносцировочные исследования поведения осетровых рыб в зоне Каргалинского гидроузла (р. Терек) для обоснования выбора типа и местоположения будущего рыбопропускного сооружения (РПС). В основе исследования лежит метод биотелеметрического прослеживания пути движения рыб, меченых ультразвуковыми передатчиками. Диаметр передатчиков 15 мм, длина 40 мм, рабочая частота 30-50 кГц. Было помечено 13 производителей севрюги (10 ♂ размером 85-130 см и 3 ♀ - 139-170 см). Рыбу для опытов отлавливали плавными и ставными сетями в приплотинной зоне нижнего бьефа и выпускали в месте отлова сразу после мечения. Технология мечения, способы пеленгации меченых рыб и картирования трасс движения изложены ранее [2].

Район наблюдений охватывал участок реки на протяжении 2 км вверх и 2 км вниз от плотины. Температура воды во время наших работ составила в апреле 11-12°C, в июле - 19-20°C.

После выпуска два самца и одна самка сразу же скатились вниз по реке и через 2-5 ч вышли из района наших наблюдений. Скорость ската этих рыб была значительно ниже скорости течения: соответственно 0,1-0,3 и 0,5-0,8 м/с, т.е. скат рыб был не пассивный. В ближайшие 3 сут эти рыбы так и не подошли под плотину гидроузла. Скат, вероятно, обусловлен стрессовой реакцией рыб на процесс поимки и мечения, как это отмечалось нами ранее при исследовании поведения севрюги в р. Кубань [2].

У других меченых рыб стрессовая реакция была сравнительно небольшой: после непродолжительного ската рыбы поднялись вверх по течению и через 0,5-5 ч после выпуска оказались под плотинной. Подход рыб происходил по глубинам не менее 0,5-0,7 м. Скорость перемещения их под плотинной в светлое время суток сравнительно небольшая: за 1-2 ч рыбы смещались относительно берега на расстояние ± 50 м. Места пребывания меченых рыб соответствовали глубинам 1-3 м при максимальной глубине в районе

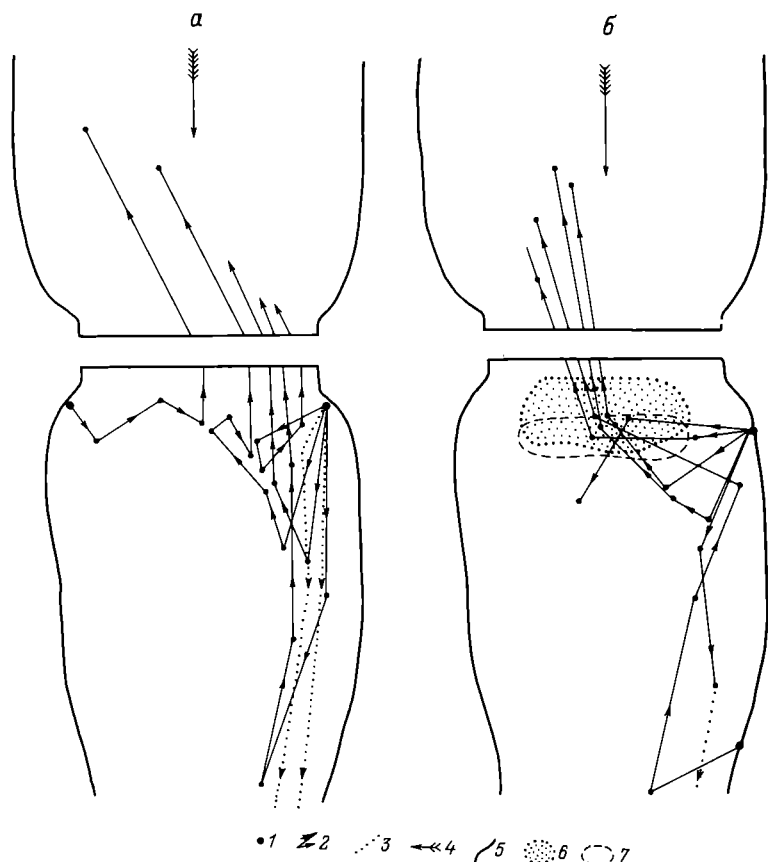


Схема продвижения севрюги в р. Терек у плотины Каргалинского гидроузла в апреле (а) и июле (б) 1986 г.

1 - места выпуска рыб, меченных УЗП; 2 - трассы движения рыб; 3 - трассы ската рыб; 4 - направление течения р. Терек; 5 - береговая линия; 6 - место концентрации рыб в ночное время; 7 - то же в дневное время.

наблюдений 3 м. Активность рыб заметно возрастала в темное время суток, что подтверждает наши прежние выводы о том, что севрюга, как и другие осетровые, более активно мигрирует вверх по течению в темное время суток. За счет повышенной двигательной активности рыба ночью чаще делает попытки пройти через плотину и зона ее перемещений ближе к створу плотины, чем в дневные часы (см. рисунок).

Под плотиной зона перемещений рыб охватывает почти всю ширину реки, но места их длительных задержек занимают гораздо меньшую акваторию: в апреле - это центральные и левобережные,

в июле — только центральные участки. Эти различия в выборе мест пребывания объясняются изменением гидравлических условий: весной наибольшие скорости течения отмечались в левобережной, а летом — в центральной и правобережной частях. Р. Терек, русло которой проходит в собственных аллювиальных отложениях, несет большое количество песчанистых и илистых взвесей. В паводок русло размывается, а при низком уровне воды в нем намываются песчано-илистые бары и гряды. За счет этого даже в пределах одного сезона рельеф дна, а соответственно и гидравлика в приплотинном участке нижнего бьефа постоянно изменяются.

Во время наших наблюдений проводились очередные подъемы затворов и выравнивание уровней нижнего и верхнего бьефов для пропуска рыб через плотину. Поскольку затворы поднимаются в течение 2 ч, скорости течения воды под плотиной нарастают постепенно. В период открытия затворов отдельные рыбы ненадолго смещаются на 20–50 м вниз по течению, но через 1–2 ч они вновь выходят под плотину. Визуально нами отмечались случаи всплытия немеченных севрюг к самой поверхности воды непосредственно в пролетах плотины, когда затворы еще открыты неполностью. Не исключено, что часть рыб способна бросками перейти в верхний бьеф под неполностью поднятыми затворами.

Уже через 0.5 ч после полного подъема затворов две меченые особи были зарегистрированы в верхнем бьефе, а еще через 2 ч сюда прошли все меченые рыбы-самцы. В верхнем бьефе рыба не задерживается, а проходит вверх по течению со скоростью 0.3–1.2 км/ч. Через 2–7 ч после прохода плотины все меченые особи были в 2 км выше гидроузла. Продвижение через плотину меченых самок началось только через 2 ч после прохода самцов.

В верхний бьеф рыба выходит через ближайшие к ней пролеты плотины. В апреле это были левобережные, в июле — центральные пролеты (см. рисунок).

В апреле плотину начали открывать вечером, в июле — утром. Скорость перехода рыб через плотину в апреле была в 1.2–2 раза выше, чем в июле. Не исключено, что увеличение двигательной активности в темное время суток и определило более быстрый переход скопившейся под плотиной рыбы в верхний бьеф в апреле.

В целом можно отметить, что при постепенном подъеме затворов рыба довольно быстро реагирует на нарастание скоростей встречного потока и успешно преодолевает плотину через открытые пролеты. Можно считать, что за 20 ч открытия плотины, как это обычно осуществляется на практике, все сконцентрированные в приплотинной зоне производители успешно выходят в верхний бьеф. Но рыбохозяйственные попуски воды производятся 1 раз в неделю, что явно не обеспечивает своевременный пропуск на нерестилища осетровых, нерестовые стада которых в отдельные годы насчитывают более 40 тыс. производителей (преимущественно севрюги и осетра) [1].

Из наших наблюдений следует, что зоны наиболее длительных задержек и места их прохода через плотину неустойчивы во време-

ни и в значительной мере определяются гидравлическими условиями: рыба перемещается в наиболее мощных потоках воды или по их границам. Таким образом, эффективность работы будущего рыбопропускного сооружения будет определяться не только его местоположением, но и гидравликой на участках, прилегающих к его входному устройству.

Л и т е р а т у р а

1. М у с а е в П.Г., К а з а н б и е в Н.Д. Ход и качественный состав производителей осетровых в Тереке в 1973 г. в условиях впадения реки в Средний Каспий // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР. Астрахань, 1979.
2. П о д д у б н ы й А.Г., М а л и н и н Л.К., С п е к - т о р И.Ю. Биотелеметрия в рыбохозяйственной науке и практике. М., 1979.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.015-11

В.В. К у з ь м и н а

ОБЩАЯ АМИЛОЛИТИЧЕСКАЯ И ЩЕЛОЧНОФOSФАТАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ СЛИЗИСТОЙ КИШЕЧНИКА ЛЕША

Ранее нами были исследованы онтогенетические и внутривидовые аспекты изменчивости активности α -амилазы, осуществляющей начальные этапы гидролиза полисахаридов в кишечнике леща. Сведения о вариативности характеристик всего процесса гидролиза углеводов и эфиров ортофосфорной кислоты ферментами слизистой кишечника леща в литературе отсутствуют. В связи с этим целью работы состояла в изучении амилалитической активности слизистой оболочки кишечника, а также активности щелочной фосфатазы и некоторых морфологических показателей пищеварительного тракта. Работа проведена в 1983 г. на 75 экз. леща *Abramis brama* L., отловленных в Рыбинском водохранилище и содержавшихся в течение 2 мес в прудах и в обвалованном водоеме. Методы определения ферментативной активности описаны ранее [1]. Размер основной массы исследованных рыб — 35–40 см (табл. 1). Величины морфологических показателей в анализируемых размерно-возрастных группах рыб, как правило, с увеличением размера рыб последовательно увеличиваются: длина рыб и кишки — в 1,3 раза, масса рыб и кишки — в 1,9 и 1,7 раза, масса слизистой — в 1,6

Т а б л и ц а 1

Характеристика пищеварительного тракта леща разных размерно-возрастных

	Длина рыбы, мм	Масса рыбы, г	Длина кишки, см	Масса напол- ненной кишки, г	Масса пустой кишки, г	Масса слизис- той, г
I (n = 7)	324.2 \pm 10.1	602.7 \pm 70.0	38.5 \pm 1.1	14.8 \pm 1.7	10.4 \pm 0.5	4.5 \pm 0.4
II (n = 30)	364.7 \pm 0.9	751.6 \pm 12.7	42.3 \pm 0.6	19.4 \pm 0.9	13.0 \pm 0.4	4.6 \pm 0.3
III (n = 29)	382.4 \pm 0.6	858.1 \pm 13.3	40.0 \pm 0.4	17.9 \pm 0.6	13.2 \pm 0.4	4.9 \pm 0.3
IV (n = 11)	420.2 \pm 4.0	1152.2 \pm 50.0	48.1 \pm 1.6	25.4 \pm 3.6	19.9 \pm 1.7	7.2 \pm 0.8

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2, 3: 1 – общая амилолитическая активность, мМ/(г·мин), 2 – активность щелочной фосфатазы, мМ/(г·мин), 1' и 2' – суммарная активность тех же ферментов в слизистой всего кишечника,

раза. Отношение массы слизистой оболочки к массе кишечника с увеличением размера рыб уменьшается в 1.3 раза.

Уровни общей амилолитической активности и активности щелочной фосфатазы у рыб разных размерно-возрастных групп относительно стабильны. Суммарная (во всей слизистой кишечника) активность ферментов, особенно осуществляющих гидролиз углеводов, у рыб старших возрастных групп выше. Так, у рыб IV группы общая амилолитическая активность выше, чем у рыб I группы, в 1.9 раза, активность щелочной фосфатазы – в 1.4 раза. Относительная суммарная активность тех же ферментов у рыб анализируемых групп снижается в 1.1 и 1.4 раза соответственно.

Поскольку на уровень ферментативной активности помимо возраста оказывают влияние различные факторы (температура окружающей среды, сезон, состояние кормовой базы и др.), мы проанализировали влияние некоторых из них (табл. 2, 3). Сопоставление полученных данных свидетельствует о том, что уровень общей амилолитической активности последовательно увеличивается в ряду май–июнь–июль, в то время как уровень щелочнофосфатазной активности существенно не изменяется. Также следует отметить более высокий уровень активности ферментов, обеспечивающих гидролиз углеводов у рыб, обитающих в обвалованном водоеме.

В специальных экспериментах по влиянию на состояние пищеварительной системы имитатора ультразвукового передатчика (УЗП), выполненного из эбонита „болванки” – у обеих групп рыб не выявлено характерного для интактных особей увеличения уровня ферментативной активности в летние месяцы, обусловленного увеличе-

Отношение массы слизи- стой к массе пус- той кишки	Активность ферментов					
	1	2	1'	2'	1''	2''
0.44±0.03	4.5±0.7	0.33±0.04	19.6±4.1	1.53±0.3	34.9±10.6	2.6±0.5
0.37±0.01	4.4±0.3	0.32±0.01	19.4±1.7	1.46±0.08	25.5±1.9	1.97±0.1
0.37±0.01	3.7±0.2	0.36±0.02	18.8±1.2	1.69±0.01	19.4±1.4	1.97±0.12
0.35±0.02	5.0±0.5	0.29±0.03	37.9±6.3	2.1±0.3	31.9±4.7	1.9±0.3

мМ/мин, 1'' и 2'' - относительная суммарная активность тех же ферментов в расчете на массу тела, мМ/(кг·мин). Амплитуда колебания размера рыб: I - 270-349 см, II - 350-374, III - 375-399, IV - 400-450 см, n - количество исследованных рыб.

нием температуры окружающей среды и интенсивности питания. В то же время данные, полученные в июле при исследовании четырех особей леща из пруда с укрепленным в районе спинного плавника передатчиком УЗП, близки к результатам определения активности у интактных рыб той же размерно-возрастной группы (табл. 1, группа IV). Так, в июле величина общей амилолитической активности у меченых рыб составляет (5.9±1.5) мМ/(г·мин), (48.2±16.4) мМ/мин и (34.8±12.2) мМ/(мин·кг массы тела), активность щелочной фосфатазы - (0.24±0.02) мМ/(г·мин), (1.91±0.5) мМ/мин и (1.69±0.4) мМ/(мин·кг массы тела) соответственно.

При сопоставлении данных по уровню ферментативной активности интактных рыб с таковыми леща из Рыбинского водохранилища оказалось, что они близки или выше, чем у рыб из водохранилища, общая амилолитическая активность у которых составляет (1.97±0.61) - в мае, (4.68±0.12) мМ/(г·мин) - в июле, активность щелочной фосфатазы в мае - (0.18±0.04), в июле - (0.35±0.07) мМ/(г·мин).

Таким образом, установлено, что уровень общей амилолитической активности и активности щелочной фосфатазы слизистой кишечника леща, обитающего в прудах и в обвалованном водоеме, в первую половину нагульного периода (середина мая-середина июля) достаточно высок и в ряде случаев превышает средние значения этих показателей у рыб из Рыбинского водохранилища. Относительно высокий уровень общей амилолитической активности может быть связан с преобладанием (по биомассе) в пище лещей,

Т а б л и ц а 2

Характеристика пищеварительного тракта леща, обитающего в прудах

Месяц (коли- чество рыб)	Длина рыбы, мм	Масса рыбы, г	Длина кишки, см	Масса		
				наполнен- ной киш- ки	пустой кишки	слизис- той
				г		

Н о р м а

Май (n = 6)	378.5±2.8	769.2±42.5	41.7±1.7	21.7±3.3	13.1±1.2	5.5±0.3
Июнь (n = 8)	377.3±8.0	857.3±65.0	46.2±2.8	26.9±5.0	17.5±2.3	6.6±1.1
Июль (n = 18)	385.8±5.0	929.8±38.9	43.5±0.9	20.4±1.2	14.4±1.0	5.0±0.5

„Б о л в а н к а“

Май (n = 5)	370.1±9.2	688.8±51.3	40.2±0.2	15.4±2.6	11.3±1.7	4.2±0.4
Июнь (n = 5)	376.6±12.0	794.0±80.0	41.4±2.0	23.3±3.7	13.2±0.9	4.6±0.6
Июль (n = 6)	376.6±17.0	824.0±114.0	40.8±3.8	15.4±2.6	12.4±2.1	4.0±0.8

Т а б л и ц а 3

Характеристика пищеварительного тракта леща, обитающего в обвалованном

Месяц (коли- чество рыб)	Длина рыбы, мм	Масса рыбы, г	Длина кишки, см	Масса		
				напол- ненной кишки	пустой кишки	слизис- той
				г		

Н о р м а

Май (n = 8)	371.6±8.1	784.4±35.6	38.9±0.8	14.1±1.4	11.7±0.5	4.0±0.4
Июнь (n = 5)	374.4±17.0	963.0±105.1	42.2±1.2	19.6±2.8	14.2±1.4	5.0±0.5

„Б о л в а н к а“

Май (n = 8)	376.0±12.4	892.2±78.6	39.9±2.3	15.2±2.2	12.0±1.0	4.5±0.3
Июнь (n = 6)	367.1±52.0	816.7±63.0	42.2±1.0	17.9±2.4	14.8±1.7	5.6±0.8

Отноше- ние массы слизистой к массе пустой кишки	Активность ферментов					
	1	2	1'	2'	1''	2''
0.43 \pm 0.04	2.7 \pm 0.5	0.41 \pm 0.05	14.4 \pm 2.4	2.20 \pm 0.29	18.8 \pm 3.2	2.90 \pm 0.5
0.37 \pm 0.02	3.9 \pm 0.3	0.28 \pm 0.03	26.9 \pm 7.5	1.98 \pm 0.53	30.0 \pm 5.8	2.20 \pm 0.4
0.34 \pm 0.10	5.2 \pm 0.3	0.32 \pm 0.01	25.1 \pm 3.8	1.60 \pm 0.10	25.4 \pm 2.4	1.71 \pm 0.1

0.37 \pm 0.03	2.8 \pm 0.6	0.28 \pm 0.04	12.3 \pm 2.7	1.18 \pm 0.20	18.7 \pm 5.0	1.80 \pm 0.3
0.34 \pm 0.03	3.0 \pm 0.4	0.26 \pm 0.01	14.0 \pm 2.5	1.20 \pm 0.16	17.7 \pm 2.6	1.50 \pm 0.1
0.31 \pm 0.02	3.1 \pm 1.0	0.27 \pm 0.05	13.8 \pm 3.9	1.10 \pm 0.20	16.4 \pm 5.4	1.28 \pm 0.2

водоеме

Отноше- ние массы слизистой к массе пустой кишки	Активность ферментов					
	1	2	1'	2'	1''	2''
0.35 \pm 0.04	4.4 \pm 0.6	0.40 \pm 0.01	18.1 \pm 3.4	1.69 \pm 0.25	20.3 \pm 2.1	2.20 \pm 0.44
0.36 \pm 0.05	5.2 \pm 0.9	0.36 \pm 0.05	25.9 \pm 4.9	1.79 \pm 0.34	26.4 \pm 3.2	1.98 \pm 0.60
0.38 \pm 0.02	5.4 \pm 0.9	0.36 \pm 0.02	24.3 \pm 6.0	1.60 \pm 0.14	28.2 \pm 7.1	1.91 \pm 0.18
0.38 \pm 0.03	3.8 \pm 0.5	0.44 \pm 0.10	20.5 \pm 2.9	2.02 \pm 0.34	27.8 \pm 5.7	2.53 \pm 0.49

обитающих в прудах, личинок ручейников и хирономид, а в пище лешей, обитающих в обвалованном водоеме, моллюсков и личинок хирономид¹, отличающихся высоким содержанием углеводов. Влияние ультразвукового передатчика на уровень активности пищеварительных ферментов не выявлено, однако в обеих исследованных группах рыб обнаружено отсутствие характерного для бентофагов увеличения уровня ферментативной активности в июне и особенно июле. Последнее, вероятно, связано с тем, что в условиях сильного зарастания искусственных водоемов высшей водной растительностью, травмирующей „меченых” рыб, нормальный откорм был затруднен. В то же время данные, полученные при исследовании интактных рыб, свидетельствуют о том, что обвалованные водоемы могут быть использованы в качестве мест нагула бентофагов, обитающих в водохранилищах с недостаточной кормовой базой.

Л и т е р а т у р а

1. Кузьмина В.В. Соотношение активности ферментов, функционирующих в полости и слизистой кишечника рыб // Вопр. ихтиологии. 1984. Т. 24, вып. 4.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597-111

А.С. В а с и л ь е в

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ГЕМОГЛОБИНА КРОВИ
ВОБЛЫ (*Rutilus rutilus caspicus*
Jakowl.) И ТАРАНИ (*Rutilus rutilus*
heskeli Nordm.)

Обыкновенная плотва (*Rutilus rutilus L.*) обладает высокой экологической пластичностью и представлена рядом экологических форм, обитающих в водоемах с различным уровнем солёности и солевой формулой. Это делает ее интересным объектом эколого-биохимических исследований, в частности, при изучении фракционного состава гемоглобина крови. Выявленная нами ранее [1] высокая гетерогенность и полиморфизм гемоглобина туводной плотвы поставили перед необходимостью исследовать фракционный состав гемоглобина у других экологических форм этого вида — полупроходных воблы и тарани. С этой це-

¹ Данные В.Д. Линника и Ю.В. Герасимова.

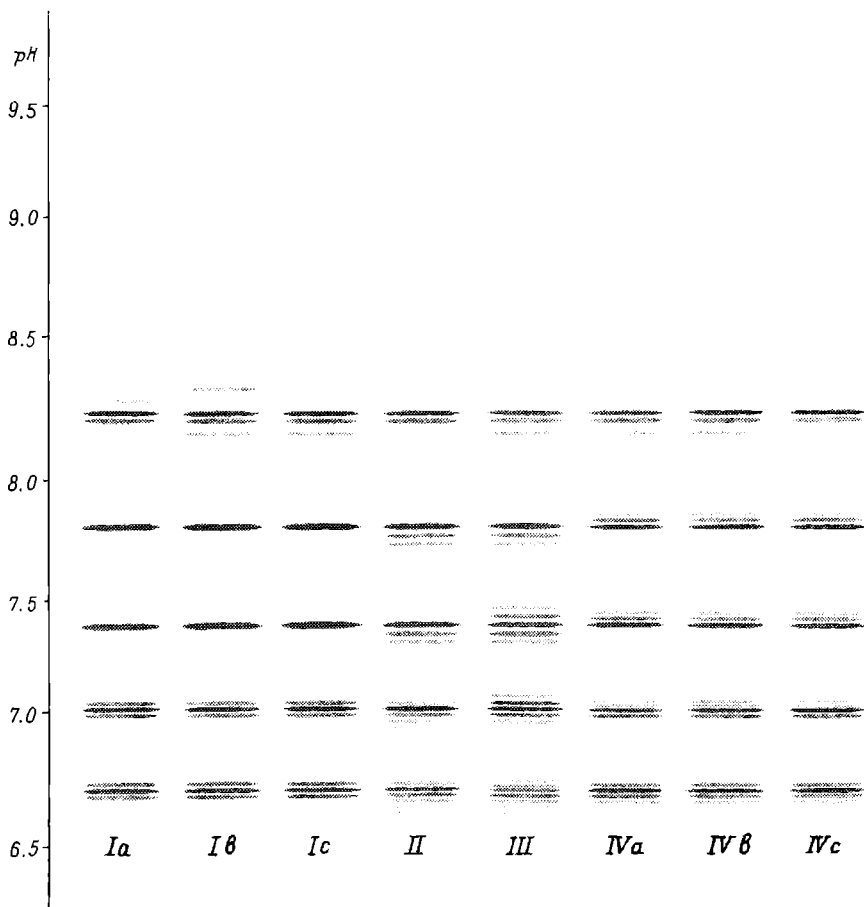


Рис. 1. Гемоглобинограммы воблы (Нв-Ia, Нв-Iб, Нв-Iс, Нв-II, Нв-III, Нв-1Уа, Нв-1Уб, Нв-1Ус) по данным ИЭФ.

лю методом изоэлектрического фокусирования проанализирован гемоглобин 228 особей воблы, отловленных на Нижней Волге (тоня Мужичья, 80 км выше г. Астрахани), и 51 особи тарани, отловленной в Азовском море (район г. Приморско-Ахтарск).

Установлено, что гемоглобин воблы и тарани, как и гемоглобин плотвы, высоко гетерогенен (35–48 компонентов) и полиморфен, т.е. представлен несколькими фенотипами: четыре – у воблы и три – у тарани (рис. 1, 2; табл. 1). Гемоглобинограммы обоих подвидов рыб имеют общий план строения и состоят из шести фракций, включающих от 1 до 7 компонентов. Относительное суммарное содержание белка в них составляет около 80%, а в ряде случаев даже 90% (Нв-1У воблы). Между этими фракциями располагаются от 3 до 5 компонентов (в большинстве случаев 4),

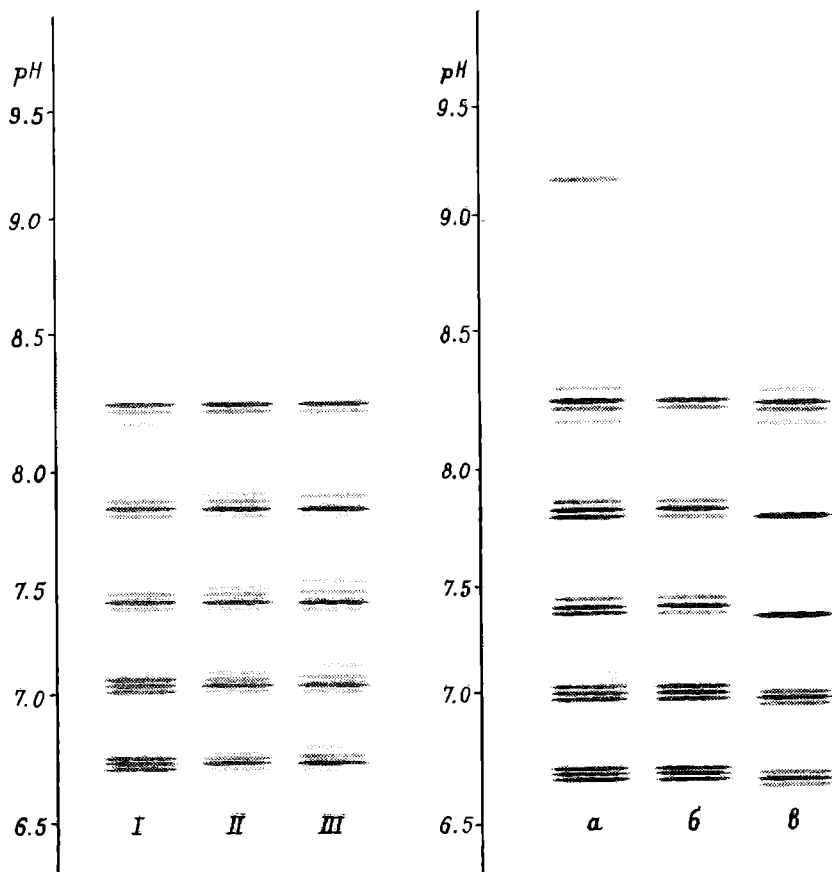


Рис. 2. Гемоглобинограммы тарани (Нв-I, Нв-II, Нв-III) по данным ИЭФ.

Рис. 3. Гемоглобинограммы основных (по частоте встречаемости) фенотипов плотвы (а), тарани (б) и воблы (в).

на долю которых приходится около 20% белка гемоглобина. Гемоглобинограммы воблы отличаются от гемоглобинограмм тарани различным числом компонентов в отдельных фракциях (рис. 1-3; табл. 1-3). Кроме того, изоэлектрические точки компонентов первых пяти фракций гемоглобинограмм воблы сдвинуты на 0.01-0.04 pH в кислую сторону по сравнению с компонентами этих же фракций тарани. Однако наиболее существенные различия гемоглобинограмм рассматриваемых подвидов касаются шестой фракции. Шестая фракция гемоглобинограмм всех трех фенотипов тарани включает по 5 компонентов с изоэлектрическими точками 9.10, 9.22, 9.32, 9.37 и 9.44 и содержит от 4.4 до 6.1% общего белка гемогло-

Т а б л и ц а 1

Полиморфизм гемоглобина крови воблы и тарани

Фенотип	Число компонентов	Частота встречаемости, %	Количество особей, экз.
В о б л а			
Hb-I	35-37	94.4	215
Hb-II	44	0.4	1
Hb-III	48	0.9	2
Hb-1Y	42-44	4.3	11
Т а р а н ь			
Hb-I	42	90.2	46
Hb-II	46	3.9	2
Hb-III	42	5.9	3

Т а б л и ц а 2

Фракционный состав гемоглобина крови воблы

Фракция	Диапазон pH	Фенотип			
		Hb-I	Hb-II	Hb-III	Hb-1Y
Первая	6.62-6.72	3	6	7	4
		14.49	15.77	17.00	15.40
	6.75-6.89	4	4	4	4
		5.13	5.02	2.92	3.71
Вторая	6.93-7.06	3	5	6	4
		12.53	10.61	18.70	13.65
	7.10-7.25	4	4	4	4
		4.21	3.78	3.32	2.01
Третья	7.29-7.45	1	3	5	3
		11.07	10.83	19.97	15.78
	7.49-7.70	4	4	4	4
		4.97	4.90	3.09	3.07
Четвертая	7.74-7.80	1	3	3	3
		9.34	11.47	12.49	15.13
	7.93-8.08	5	5	5	5
		5.19	6.96	5.47	4.60
Пятая	8.15-8.29	6	4	4	6
		21.75	18.60	14.68	20.43
Шестая	8.59-8.90	6	6	6	7
		13.86	12.06	4.24	9.43

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 3: над чертой - число компонентов во фракции, под чертой - суммарное относительное содержание белка, %.

Т а б л и ц а 3

Фракционный состав гемоглобина крови тарани

Фракция	Диапазон рН	Фенотип		
		Нв-I	Нв-II	Нв-III
Первая	6.70-6.77	$\frac{3}{12.13}$	$\frac{4}{13.17}$	$\frac{4}{15.85}$
	6.77-6.91	$\frac{4}{3.63}$	$\frac{4}{3.24}$	$\frac{3}{2.72}$
Вторая	7.00-7.12	$\frac{3}{13.91}$	$\frac{4}{13.43}$	$\frac{4}{16.32}$
	7.12-7.28	$\frac{4}{3.86}$	$\frac{4}{3.78}$	$\frac{3}{3.23}$
Третья	7.40-7.52	$\frac{3}{13.54}$	$\frac{4}{15.55}$	$\frac{4}{15.14}$
	7.52-7.71	$\frac{4}{2.61}$	$\frac{4}{2.80}$	$\frac{3}{2.27}$
Четвертая	7.80-7.95	$\frac{3}{14.22}$	$\frac{4}{18.35}$	$\frac{4}{15.08}$
	7.95-8.09	$\frac{5}{6.36}$	$\frac{5}{7.41}$	$\frac{4}{5.09}$
Пятая	8.16-8.34	$\frac{4}{17.22}$	$\frac{4}{15.87}$	$\frac{4}{16.51}$
	8.50-8.93	$\frac{4}{6.51}$	$\frac{4}{5.14}$	$\frac{4}{5.23}$
Шестая	9.10-9.44	$\frac{5}{6.07}$	$\frac{5}{4.78}$	$\frac{5}{4.35}$

бина. Все компоненты шестой фракции гемоглобинограмм воблы резко сдвинуты в кислую сторону (на 0,51-0,54 рН) по сравнению с компонентами этой фракции гемоглобинограмм тарани.

Теперь сопоставим гемоглобинограммы полупроходных воблы и тарани с гемоглобинограммами пресноводной плотвы [1]. Прежде всего необходимо отметить общий план и принципиальное сходство фракционного состава гемоглобина у пресноводной плотвы и двух ее полупроходных форм - воблы и тарани. При этом особый интерес представляет полное совпадение числа компонентов (по 42) и их изоэлектрических точек у Нв-I тарани и Нв-II плотвы. Здесь уместно напомнить, что речь идет о наиболее часто встречаемых фенотипах гемоглобина тарани (90,2%) и плотвы (76,8%). Сходство этих двух фенотипов гемоглобина значительно превосхо-

дит сходство каждого из них с фенотипами гемоглобина своего же подвида. Обращает на себя внимание еще один факт: сходство изоэлектрических точек компонентов шестых фракций гемоглобинограмм всех фенотипов воблы и Нв-У плотвы. У плотвы, имеющей Нв-V, шестая фракция включает 4 компонента с изоэлектрическими точками 8.61, 8.72, 8.78 и 8.88, которые находятся в диапазоне изоэлектрических точек компонентов шестой фракции воблы (pI 8.59-8.90). Эта особенность резко выделяет Нв-У (5.8%) среди других фенотипов гемоглобина плотвы и ставит его в один ряд с фенотипами гемоглобина воблы. Нв-У плотвы наиболее сходный с гемоглобином воблы, является, по-видимому, своеобразным экологическим резервом, который может приобрести решающее значение при изменении уровня солености современных водоемов.

Обнаруженная нами чрезвычайно высокая гетерогенность и полиморфизм гемоглобина воблы и тарани, а также сходство отдельных фенотипов гемоглобина различных экологических форм плотвы наряду с известной экологической пластичностью свидетельствуют о широких адаптационных возможностях вида.

Л и т е р а т у р а

1. В а с и л ь е в А.С. Гетерогенность и полиморфизм гемоглобина плотвы (*Rutilus rutilus* L.) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1987, № 76.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 591.428.4 : 578.086.3

В.Е. М а т е й, С.Б. Ж а б р е в а

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О РОЛИ ЭКЗОГЕННОГО КАЛЬЦИЯ В УЛЬТРАТОНКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЖАБЕРНОГО ЭПИТЕЛИЯ ОКУНЯ

Кальций играет важную роль в ионообменных процессах в жабрах пресноводных костистых рыб. Дефицит или отсутствие этого иона в воде влияет на проницаемость жабр, число и структуру хлопридных клеток, осуществляющих водно-солевой обмен, является одной из причин нарушения межклеточных взаимодействий [1-3, 5].

Задача настоящей работы - сравнительное изучение строения жабрного эпителия окуня, выдержанного в среде без Са и в воде с повышенным содержанием этого иона. Исследовали окуней *Perca fluviatilis* L. в возрасте 1+ длиной 12 см и массой 17 г. После 5-суточной предварительной акклимации к лабораторным ус-

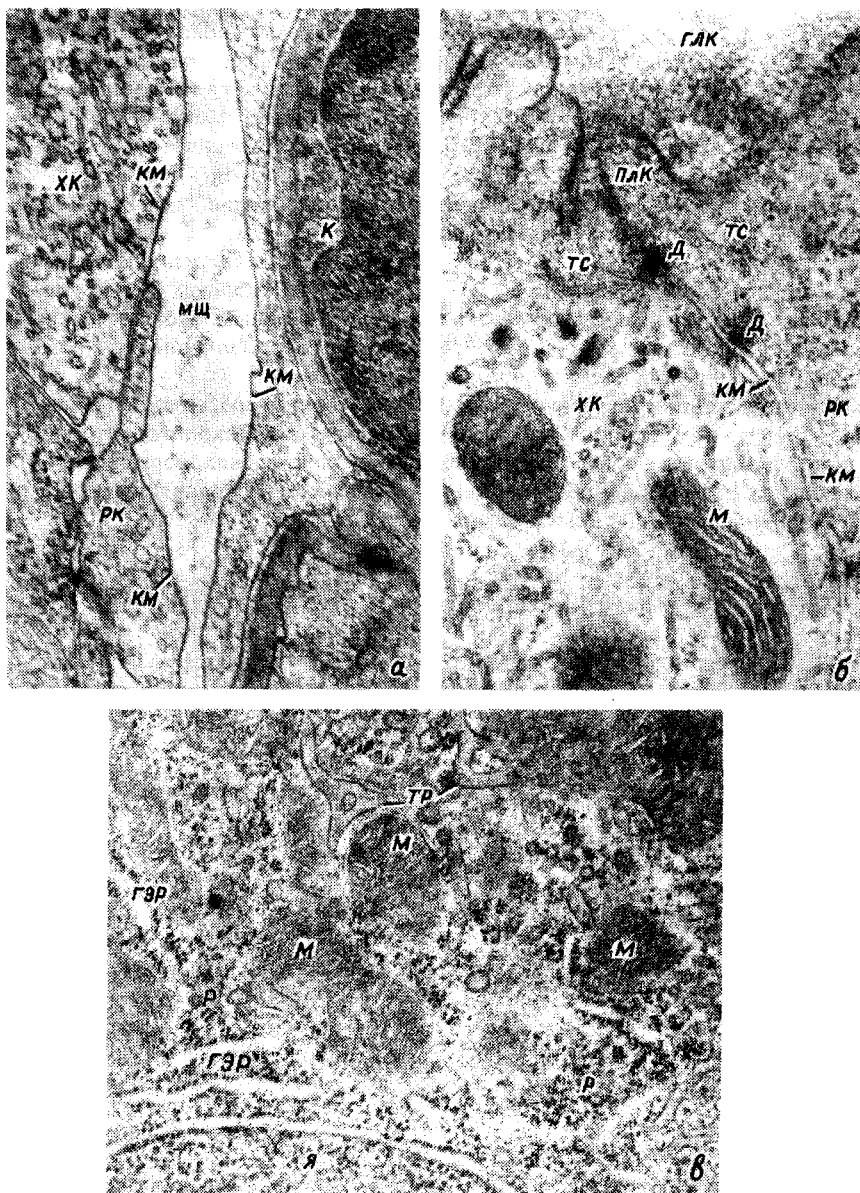


Рис. 1. Ультраструктура жаберного эпителия окуня из дистиллированной воды (а-в) и раствора CaCl_2 (г, д).

а - межклеточные щели в зоне капилляров; б - апикальный соединительный комплекс между хлоридной и респираторной клетками; в - участок околоядерной цитоплазмы хлоридной клетки; г - выпячивание апикальной зоны цитоплазмы хлоридной клетки; д - апи-

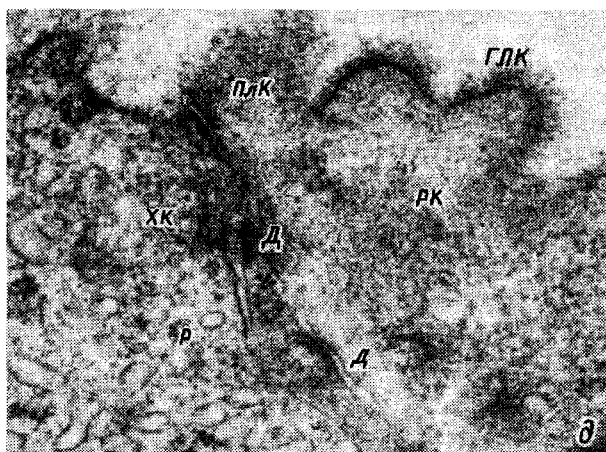
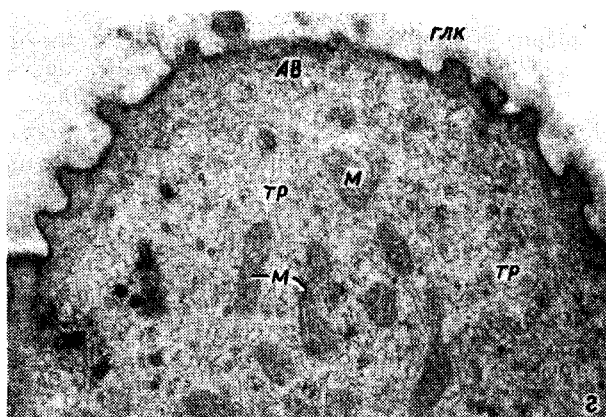


Рис. 1 (продолжение).

кальный соединительный комплекс. АВ – апикальное выпячивание цитоплазмы; ГЛК – гликокаликс; ГЭР – гранулярный эндоплазматический ретикулум; Д – десмосома; К – капилляр; КМ – клеточная мембрана; М – митохондрия; МЩ – межклеточная щель; ПлК – плотный контакт; Р – рибосомы; РК – респираторная клетка; ТР – тубулярный ретикулум; ТС – терминальная сеть; ХК – хлоридная клетка; Я – ядро (а, б, д – $\times 26\,000$; в – $\times 16\,000$; г – $\times 13\,000$).

ловиям рыб первой группы (7 экз.) помещали в дистиллированную воду, 8 особей (вторая группа) – в раствор CaCl_2 , приготовленный на дистиллированной воде и содержащий 82 мг $\text{Ca}/\text{л}$, рыбы контрольной группы (4 экз.) находились в речной воде с концентрацией Ca^{2+} 41 мг/л. Рыб всех групп исследовали через 4 сут с начала эксперимента. Жабёрные пластинки фиксировали и подготавливали к просмотру под трансмиссионным электронным микроскопом по методике, описанной ранее [3].

Ультраструктура жаберного эпителия окуня в норме рассмотрена нами в предыдущей работе [3]. Показано, что он образован респираторными, хлоридными и слизистыми клетками, которые в апикальных зонах контактируют между собой с помощью плотных соединений. Базолатеральные мембраны тесно взаимодействуют со стенками кровеносных сосудов. Хлоридные клетки содержат митохондрии с плотным матриксом, крупноячеистый тубулярный ретикулум и открываются на поверхность эпителия неглубокой апикальной ямкой [3].

При действии дистиллированной воды базальные мембраны клеток жаберного эпителия отделяются от эндотелия капилляров, в результате чего образуются обширные (до 0.7 мкм по сравнению с 20 нм в контроле) межклеточные щели (рис. 1, а). В 2–3 раза увеличивается расстояние между латеральными плазмалеммами смежных эпителиальных клеток. В апикальной зоне расстояние между наружными клеточными мембранами не изменяется по сравнению с контролем, а клетки взаимодействуют между собой с помощью сложного соединительного комплекса (рис. 1, б). Помимо плотного контакта, как у контрольных рыб, он включает одно или несколько специализированных адгезивных соединений – десмосом и развитую терминальную сеть. Это обеспечивает более прочное сцепление клеток и предотвращает дезагрегацию тканей. Дистиллированная вода вызывает набухание клеток и клеточных органоидов. У хлоридных клеток вогнутая апикальная ямка приобретает выпуклую форму, а на поверхности ее развивается мощный надмембранный комплекс – гликокаликс (рис. 1, г). Расширенные митохондрии со светлым матриксом и частично редуцированными кристами взаимодействуют с набухшими трубочками тубулярного ретикулума, образующего мелкоячеистую сеть (рис. 1, в).

В растворе CaCl_2 апикальный соединительный комплекс аналогичен таковому у рыб из дистиллированной воды (рис. 1, д), но в базолатеральных зонах ширина межклеточных щелей не превышает контрольных значений (рис. 2, а), а между эпителиальными и эндотелиальными клетками образуются дополнительные десмосомы, обеспечивающие более прочное сцепление тканевых элементов (рис. 2, а). Митохондрии хлоридных клеток характеризуются небольшими размерами, электронно-плотным матриксом и правильной ориентацией крист (рис. 2, б, в). Разветвленность тубулярной сети и структура ее элементарных трубочек близки к контрольным (рис. 2, б, в). Восстанавливается структура апикальной ямки. Как в контроле, она вогнутая, неглубокая, образованная складками наружной цитомембраны (рис. 2, в).

Согласно полученным данным, наличие апикального соединительного комплекса не зависит от присутствия Ca^{2+} в воде и может рассматриваться как неспецифическая реакция на изменение ионного состава среды. Образование этой сложной структуры – один из факторов, обуславливающих снижение проницаемости и поддержания ионного баланса в жабрах рыб из слабоминерализованных сред [1]. Ca^{2+} способен регулировать объемы клеток и клеточных органоидов.

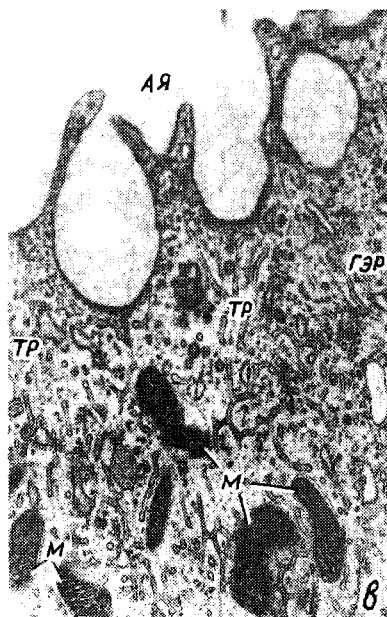
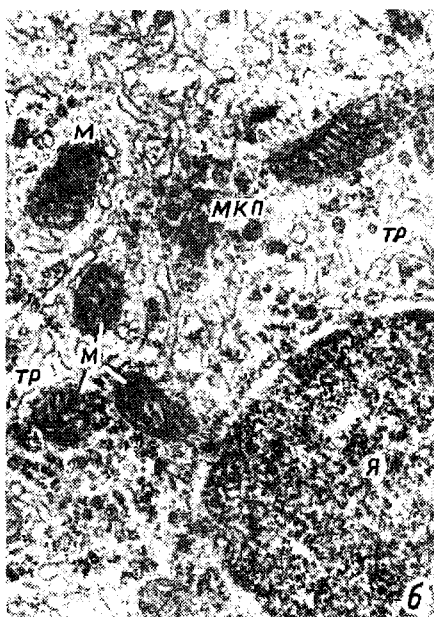
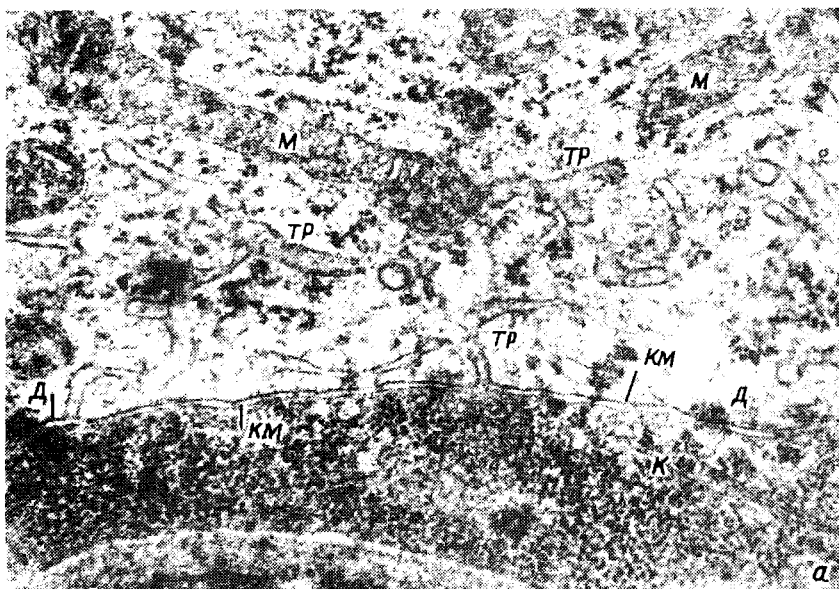


Рис. 2. Ультраструктура жаберного эпителия окуня из раствора CaCl_2 .

а - взаимодействие эпителиальных клеток жабр с эндотелием капилляра; б - околоядерная зона цитоплазмы хлоридной клетки; в - апикальная ямка хлоридной клетки. АЯ - апикальная ямка; МКП - микропузырьки (а - $\times 26000$; б, в - $\times 16000$). Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

дов. Отсутствие его приводит к некоторым отклонениям от нормы в структурных характеристиках органоидов, связанных с ионообменом, однако функциональное значение этих изменений неясно.

Результаты данной работы подтверждают гипотезу об участии Ca^{2+} в механизмах клеточной адгезии. Он является важным минеральным компонентом межклеточного „цемента“, объединяющего клетки в целостную ткань. Вероятно, дефицит Ca^{2+} во внешней среде приводит к вымыванию его из межклетников, что нарушает электростатические взаимодействия между плазмалеммами контактирующих клеток, структуру мембранных белков и ведет к дезагрегации тканей [4]. Присутствие Ca^{2+} в среде необходимо для поддержания структуры апикальной ямки, что актуально для обмена ионов, так как здесь концентрируются катионы, поглощаемые хлоридными клетками.

Л и т е р а т у р а

1. В и н о г р а д о в Г.А. Функциональные основы действия низких рН на рыб и беспозвоночных // Проблемы водной токсикологии, биотестирования и управления качеством воды. Л., 1986.
2. В и н о г р а д о в Г.А., М а т е й В.Е., Д а л ь Е.С. Влияние кальция на минеральный обмен и ультраструктуру жабр у пресноводных рыб // Реакция гидробионтов на загрязнение. М., 1983.
3. М а т е й В.Е. Изменение ультраструктуры жаберного эпителия окуня при действии дистиллированной воды // Цитология. 1987. Т. 29, № 4.
4. К о м и с с а р ч и к Я.Ю., С н и г и р е в с к а я Е.С., В и н н и ч е н к о Л.Н., И в а н о в с к а я Е.Г. Роль катионов и поверхностных мембранных протеинов в адгезии паренхимных клеток печени крысы // Цитология. 1976. Т. 18, № 15.
5. E d d y F.B. The effect of calcium on gill potentials and sodium and chloride fluxes in the goldfish, *Carassius auratus* // J.Comp. Physiol. 1975. Vol. 96.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

С.А. П о д д у б н ы й

О СТРУКТУРЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ
ВОД В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Основную роль в перераспределении абиотических и биотических компонентов водной массы водоема играет горизонтальная циркуляция вод, характеризующаяся сложностью своей структуры и формирующая определенный гидродинамический режим отдельных его участков.

Цель настоящего сообщения заключается в выявлении особенностей структуры горизонтальной циркуляции вод в Рыбинском водохранилище.

Исследование горизонтальной циркуляции вод Рыбинского водохранилища проводилось по стационарной модели ветровых течений [1, 4, 5]. Предшествующее апробирование модели применительно к оз. Белому, оз. Плещеево и Рыбинскому водохранилищу показало удовлетворительную сходимость расчетных и фактических характеристик течений и соответствие распределения ряда косвенных показателей водной массы водоемов характеру горизонтальной циркуляции их вод.

Рассмотрим особенности горизонтальной циркуляции вод Рыбинского водохранилища в безледный период (май–октябрь). Анализ полей ветра над акваторией водохранилища за многолетний период в мае–октябре позволил выделить следующие среднесезонные типовые характеристики: поле ветра северо-западного направления (повторяемость 52 %) – I тип, южного направления (повторяемость 34 %) – II тип, циклоническое поле ветра с южным переносом (повторяемость 9 %) – III тип, антициклоническое с северным переносом (повторяемость 5 %) – IV тип (рис. 1).

Рассчитанная горизонтальная циркуляция вод для I типа поля ветра характеризовалась двумя антициклоническими круговоротами, расположенными в западной и северо-восточной частях водоема. Обширный циклонический круговорот, вытянутый вдоль продольной оси водохранилища, занимал его центральную, южную и северную части (рис. 1, а).

Горизонтальная циркуляция вод, соответствующая II типу, представляла собой практически противоположную картину. Южную, центральную и северную части водоема занимал антициклонический круговорот. Циклонические же вихри располагались в западной и северо-восточной его частях (рис. 1, б).

Горизонтальная циркуляция вод, формирующаяся при III и IV типах полей ветра, состояла соответственно из обширного циклонического или антициклонического круговорота, занимающего практически всю центральную часть водохранилища. В северной части водоема локализовался антициклонический или циклонический вихрь (рис. 1, в, г).

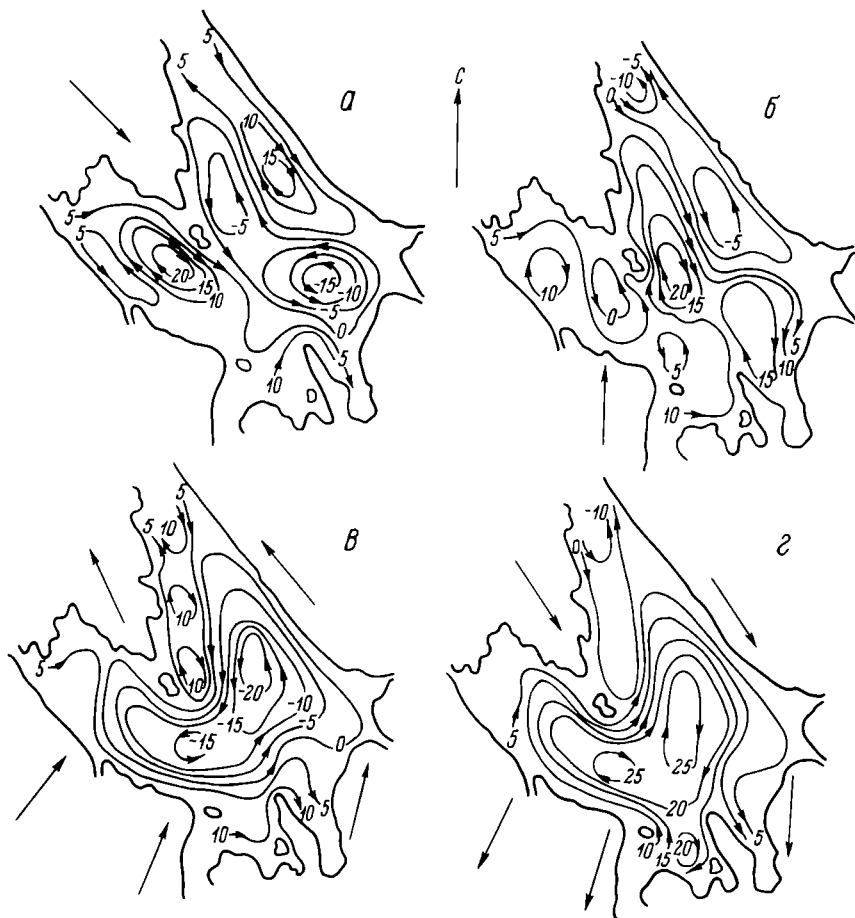


Рис. 1. Схемы горизонтальной циркуляции вод при среднесезонных полях ветра северо-западного (а) и южного (б) направлений (I и II типы), циклоническом с южным (в) и антициклоническом с северным (г) переносами (III и IV типы) (функции полных потоков в $10^2 \text{ м}^3/\text{с}$). Стрелки показывают направление ветра.

Таким образом, горизонтальную циркуляцию вод в Рыбинском водохранилище можно представить набором следующих структурных элементов: круговоротами циклонического и антициклонического знаков, а также зонами схождения и расхождения полных потоков, находящимися в системе вихревых образований.

Структурные элементы горизонтальной циркуляции вод в водохранилище достаточно полно характеризуются такими количественными параметрами, как горизонтальная протяженность по продольной и поперечной осям, занимаемая площадь, скорость интегрального переноса.

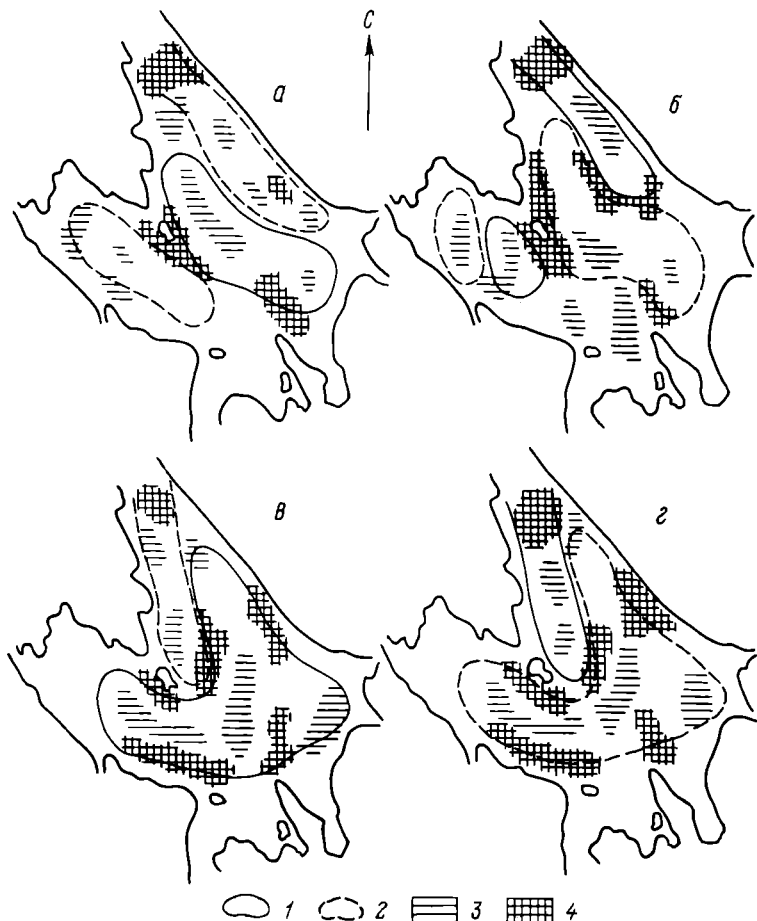


Рис. 2. Структурные элементы горизонтальной циркуляции вод при типовых среднесезонных полях ветра,

а-г - I-IV типы соответственно. 1, 2 - границы циклонических и антициклонических круговоротов; 3, 4 - области наименьших и наибольших скоростей интегрального переноса.

Для определения горизонтальных размеров и последующего выделения границ циклонических и антициклонических круговоротов использовались скорости интегрального переноса воды. Горизонтальная протяженность вихрей по продольной и поперечной осям вычислялась как удвоенное расстояние от центра круговорота до наибольшей скорости интегрального переноса на его периферии [3]. Границы зон схождения и расхождения полных потоков определялись статистическим методом [2].

Расчеты показали, что входящие в систему горизонтальной циркуляции вод циклонические и антициклонические круговороты имеют эллиптическую форму с соотношением большой и малой осей как 3:1 (рис. 2). Средний горизонтальный размер вихрей колеблется от 19 до 40 км. Ориентированы вихри вдоль продольной оси водохранилища и занимают площадь от 260 до 1380 км². Скорости интегрального переноса в круговоротах изменяются от 0.1 см/с в центре вихря до 6.3 см/с на его периферии.

Зоны схождения полных потоков расположены между вихревыми образованиями и на их периферии, а зоны расхождения полных потоков, кроме периферийных областей, отмечаются и в центральных частях круговоротов. Зоны схождения (расхождения) полных потоков, как правило, ориентированы в направлении интегрального переноса. Средний горизонтальный размер зон составляет от 7 до 12 км, а площадь – 40–90 км². Интегральные скорости в зонах схождения полных потоков изменяются от 2.5 до 6.3 см/с, а в зонах расхождения полных потоков – от 0.1 до 1.2 см/с.

Устойчивость полученных схем структурных элементов для четырех типов среднесезонной циркуляции вод определяется повторяемостью этих типов циркуляций в сезоне.

Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н Н.В., Л и т в и н о в А.С., Ф о м и ч е в И.Ф., П о д д у б н ы й С.А. Горизонтальная циркуляция вод в Рыбинском водохранилище и возможные ее изменения при перераспределении стока // Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л., 1982.
2. З а к с Л. Статистическое оценивание. М., 1976.
3. К а м е н к о в и ч В.М., К о ш л я к о в М.Н., М о н и н А.С. Синоптические вихри в океане. Л., 1982.
4. П о д д у б н ы й С.А., Л и т в и н о в А.С. О горизонтальной циркуляции вод в оз. Плещеево // Функционирование озерных экосистем. Рыбинск, 1983.
5. Ф о м и ч е в И.Ф., Л и т в и н о в А.С. О циркуляции вод Белого озера при различном ветре // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1979. № 41.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н.А. Зимина, В.В. Законнов

АККУМУЛЯЦИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ГОРЬКОВСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА

Для определения темпов и величины аккумуляции биогенных элементов в донных отложениях Горьковского водохранилища в 1980 г. была проведена грунтовая съемка, во время которой на 205 станциях была измерена мощность донных отложений и рассчитаны объем и масса отложений, накопившихся в водоеме за 1955–1980 гг. [1]. Одновременно на 42 станциях отбирались колонки грунта, в которых послойно, через 10 см, определялось содержание общего и карбонатного углерода, общего азота и фосфора. Определение концентраций биогенов и расчет общего их запаса в отложениях выполнены по применявшимся ранее методикам для шести участков водохранилища, различающихся по гидрологическому режиму и морфометрии (см. рисунок; таблицу).

Измеренные концентрации биогенов во вторичных отложениях водохранилища колеблются: C_{org} – 1.1–9.8%, N – 0.06–1.41, P – 0.04–0.20%. Указанные диапазоны колебания концентраций биогенов значительно меньше, чем в Рыбинском водохранилище, где они составляют соответственно 0.2–47.2, 0.03–3.04 и 0.02–0.20%. Меньшая изменчивость концентраций биогенов в отложениях свидетельствует о более однородном составе грунтообразующего материала и меньшем разнообразии в условиях его седиментации по сравнению с Рыбинским водохранилищем. Распределение концентраций C и N по длине водохранилища характеризуется повышенными средними показателями на участке I, ниже г. Костромы, где начинают формироваться вторичные донные отложения за счет аккумуляции взвесей, приносимых из Рыбинского водохранилища. Второе повышение содержания C и N в отложениях и максимальные его значения отмечены в приплотинном участке У1 и объясняются более благоприятными условиями седиментации автохтонных органических взвесей. В распределении по длине водохранилища средних концентраций общего P в отложениях не выявлено каких-либо четких закономерностей. Минимальными концентрациями биогенов характеризуются донные отложения Костромского расширения. Мелководность этого участка обуславливает частое ветровое перемешивание вод, хорошую прогреваемость и, как следствие, интенсивную минерализацию органических взвесей в водной массе и снижение скоростей аккумуляции биогенов и общей массы осадков.

Изменение содержания биогенов с глубиной подчиняется закономерности, отмеченной ранее для верхневолжских водохранилищ: увеличение дисперсности частиц, слагающих отложения, и постепенная смена с глубиной преобладающего типа отложений (песчанис-

Участок	Глубина, м	Масса отложений, тыс. т	Средняя концентрация, % от сухой массы			Аккумуляция за период, тыс. т			Среднее годовое накопление, тыс. т		
			Сорг	N общ	Робщ	Сорг	N общ	Робщ	Сорг	N общ	Робщ
I (Рыбинская ГЭС- пос. Решма)	0-2	290	2.9	0.24	0.09	8.4	0.7	0.3	0.34	0.03	0.01
	2-4	1170	3.0	0.26	0.11	35.1	3.0	1.3	1.40	0.12	0.05
	>4	6838	3.3	0.20	0.10	226.0	13.7	6.8	9.04	0.55	0.27
	Сумма (среднее)	8298	(3.2)	(0.21)	(0.10)	269.5	17.4	8.4	10.8	0.70	0.3
II (Костромское расширение)	0-2	182	1.3	0.16	0.04	2.4	0.3	0.1	0.10	0.01	0.004
	>2	3990	1.8	0.14	0.07	71.8	5.6	2.8	2.87	0.22	0.11
	Сумма (среднее)	4172	(1.8)	(0.14)	(0.07)	74.2	5.9	2.9	3.0	0.23	0.1
	III (Пос. Решма- г. Юрьево)	0-2	337	1.3	0.16	0.04	4.4	0.5	0.1	0.18	0.02
	2-4	1147	3.0	0.26	0.11	34.4	3.0	1.3	1.38	0.12	0.052
	>4	5307	2.0	0.26	0.11	106.1	13.8	5.8	4.24	0.55	0.23
	Сумма (среднее)	6791	(2.1)	(0.25)	(0.11)	144.9	17.3	7.2	5.80	0.7	0.3
IV (г. Юрьево- г. Пучеж)	>4	7804	2.1	0.33	0.13	163.9	25.7	10.1	6.56	1.03	0.40
	Сумма (среднее)	7804	(2.1)	(0.33)	(0.13)	163.9	25.7	10.1	6.56	1.03	0.40
	У	16203	2.0	0.22	0.12	324.1	35.6	19.4	13.0	1.42	0.78
	Сумма (среднее)	16203	(2.0)	(0.22)	(0.12)	324.1	35.6	19.4	13.0	1.42	0.78
V (г. Чкаловск- Горьковская ГЭС)	2-4	1996	1.4	0.24	0.08	27.9	4.8	1.6	1.12	0.19	0.06
	>6	4223	5.5	0.49	0.15	232.3	20.7	6.3	9.29	0.83	0.25
	Сумма (среднее)	6219	(4.2)	(0.41)	(0.13)	260.2	25.5	7.9	10.4	1.0	0.3
	Всего по водохрани- лищу	49487	2.5	0.26	0.11	1236.8	127.4	55.9	49.5	5.1	2.2



Схема Горьковского водохранилища.

Римские цифры — участки, на которых определялись величины осадконакопления и аккумуляция биогенных элементов.

тых на илстые) сопровождается повышением концентрации биогенов. Максимальные показатели содержания органического вещества (8–10% C_{org} и 0.8–1.4% N) отмечены в илстых отложениях левобережной поймы участка У1.

Карбонаты составляют 0.1–0.7% от сухой массы отложений, или 1–37% от общего углерода. По отдельным участкам в среднем углерод карбонатов составляет 6–20% от валового. Максимальной карбонатностью характеризуются бурые илы, образованные из продуктов размыва коренного берега, сложенного „глинистой брекчией“ [4], и залегающие на правой пойме и в русловой ложбине участка У, в районе д. Катунки и г. Чкаловска.

Вертикальное распределение биогенов в отложениях характеризуется, как правило, повышенными концентрациями в поверхностном 2–сантиметровом горизонте. В нижележащих слоях не наблюдается каких-либо четких закономерностей в изменении концентрации по высоте колонок.

Аккумуляция основной массы биогенов (60–68%) происходит в озеровидной части водохранилища (участки 1У–У1) на глубинах более 4 м. Скорость аккумуляции биогенов в донных отложениях в пересчете на единицу поверхности дна составляет 31 г $C/(м^2 \cdot год)$, 3.2 г N $/(м^2 \cdot год)$ и 1.4 г P $/(м^2 \cdot год)$. Эти величины практически совпадают с полученными ранее для Ивановского водохранилища [2]. По нашим ориентировочным оценкам, биогенная нагрузка этих двух водоемов также выражается весьма близкими величинами.

Л и т е р а т у р а

1. Законнов В.В., Зиминова Н.А. Осадконакопление в Горьковском водохранилище // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1984. № 63.

2. З и м и н о в а Н.А. О возможности применения балансовой модели к оценке поступления биогенов в донные отложения верховолжских водохранилищ // Взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах. Л., 1984.
3. З и м и н о в а Н.А., З а к о н н о в В.В. Накопление углерода, азота и фосфора в донных отложениях Иваньковского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1980. № 45.
4. И к о н н и к о в Л.Б. Формирование берегов водохранилищ. М., 1972.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.583 (28) : 581

В.Г. Д е в я т к и н

О ЧИСЛЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ФОТОСИНТЕЗА ФИТОПЛАНКТОНА КИСЛОРОДНЫМ МЕТОДОМ

Кислородная модификация скляночного метода вследствие своей простоты и надежности широко используется при определении продуктивности фитопланктона в мезо- и эвтрофных водоемах [1, 2]. Определение прироста или потребления кислорода за единицу времени в „светлых” и „темных” склянках обычно проводят в двух-трех повторностях (вариантах). Вопрос о необходимом (достаточном) числе вариантов в известной нам литературе не рассматривается. В связи с этим мы попытались проанализировать результаты измерений фотосинтетической активности водорослей, проводившихся нами в 1981 г., используя элементарные статистические приемы.

Пробы отбирались в прибрежной мелководной зоне Рыбинского водохранилища в районе экспериментальной прудовой базы ИБВВ АН СССР „Сунога” (ст. 36) и в открытой литорали Волжского плёса (ст. 1) с глубины 0,5 м 1,5-литровым батометром Руттнера. Несколько подъемов батометра сливали в сосуд из оргстекла, из которого наполняли тонкостенные склянки с притертыми пробками объемом 100–120 мл. Склянки (3 – „светлые” и 3 – „темные”) в течение суток экспонировали на глубине 0,25 м в корзине из редкой проволочной сетки, подвешенной к закрепленной на понтоне штанге. Содержание кислорода определяли методом Винклера [4]. Использувавшиеся кислородные склянки не калибровали. Из каждой склянки 2 раза отбирали по 50 мл раствора для титрования.

Расчеты чистой и валовой продукции фитопланктона, а также деструкции по данным каждого из 3 одновременных определений

Т а б л и ц а 1

Показатели продуктивности фитопланктона ($\text{мг O}_2/(\text{л} \cdot \text{сут.})$) по данным отдельных вариантов в районе ст. 36 и достаточная численность выборки при заданной величине Δ

Месяц	Число опре- деле- ний	Ва- ри- ант	Деструкция			Чистая продукция			Валовая продукция					
			$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	$m'_{\bar{x}}$	$\Delta = 0.1$	$\Delta = 0.05$	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	$m'_{\bar{x}}$	$\Delta = 0.1$	$\Delta = 0.05$	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	$m'_{\bar{x}}$	$\Delta = 0.1$	$\Delta = 0.05$
Май	11	1	1.25±0.26	0.020	1	2	0.74±0.34	0.017	1	1	2.00±0.32	0.038	2	7
		2	1.19±0.21				0.74±0.34				1.92±0.29			
		3	1.19±0.22				0.69±0.33				1.87±0.27			
Июнь	30	1	1.08±0.07	0.009	1	1	2.06±0.10	0.013	1	1	3.13±0.11	0.018	1	2
		2	1.06±0.07				2.06±0.10				3.19±0.09			
		3	1.09±0.07				2.10±0.10				3.19±0.09			
Июль	31	1	1.36±0.09	0.007	1	1	1.71±0.20	0.015	1	1	3.08±0.25	0.016	1	2
		2	1.38±0.09				1.75±0.21				3.13±0.26			
		3	1.38±0.08				1.70±0.20				3.08±0.26			
Август	31	1	1.56±0.12	0.009	1	1	3.04±0.31	0.022	1	2	4.60±0.37	0.018	1	2
		2	1.54±0.14				3.10±0.33				4.64±0.40			
		3	1.57±0.13				3.11±0.28				4.58±0.36			
Сентябрь	17	1	0.41±0.06	0.015	1	1	0.16±0.07	0.006	1	1	0.58±0.09	0.012	1	1
		2	0.42±0.07				0.15±0.09				0.56±0.10			
		3	0.46±0.07				0.14±0.08				0.60±0.09			
Май- сентябрь	120	1	1.20±0.06	0.006	1	1	1.84±0.13	0.012	1	1	3.03±0.17	0.007	1	1
		2	1.19±0.06				1.86±0.13				3.05±0.17			
		3	1.21±0.06				1.82±0.13				3.03±0.17			

Т а б л и ц а 2

Показатели продуктивности фитопланктона ($\text{мг O}_2/(\text{л} \cdot \text{сут})$) по данным отдельных вариантов в районе ст. 1 и достаточная численность выборки при заданной величине Δ

Месяц	Число опре-делений	Ва-ри-ант	Деструкция			Чистая продукция			Валовая продукция					
			$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	$m'_{\bar{x}}$	$\Delta = 0.2$	$\Delta = 0.1$	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	$m'_{\bar{x}}$	$\Delta = 0.2$	$\Delta = 0.1$	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	$m'_{\bar{x}}$	$\Delta = 0.2$	$\Delta = 0.1$
Июнь	5	1	0.74±0.34	0.006	1	1	1.72±0.50	0.012	1	1	2.46±0.55	0.009	1	1
		2	0.78±0.35				1.73±0.51				2.45±0.57			
		3	0.74±0.33				0.69±0.54				2.43±0.55			
Июль	4	1	1.32±0.42	0.047	1	3	1.30±0.35	0.030	1	1	2.62±0.28	0.050	1	3
		2	1.45±0.45				1.22±0.40				2.67±0.40			
		3	1.30±0.30				1.20±0.25				2.50±0.19			
Август	3	1	1.29±0.38	0.039	1	2	0.90±0.47	0.064	2	5	2.19±0.33	0.034	1	2
		2	1.19±0.38				0.98±0.57				2.17±0.33			
		3	1.32±0.34				0.076±0.43				2.08±0.31			
Июнь-август	12	1	1.07±0.22	0.003	1	1	1.37±0.26	0.023	1	1	2.45±0.24	0.026	1	1
		2	1.08±0.23				1.37±0.28				2.45±0.27			
		3	1.07±0.19				1.30±0.27				2.37±0.24			

свидетельствуют о сравнительно небольших расхождениях среднемесячных величин параллельных вариантов. Кроме того, наблюдается уменьшение расхождений данных параллельных опытов при увеличении числа определений (табл. 1, 2).

В целом ошибка среднемесячных величин чистой и валовой продукции, а также деструкции ($m_{\bar{x}}$), обусловленная изменчивостью этих показателей во времени, значительно выше ошибки ($m'_{\bar{x}}$), отражающей различия параллельных вариантов. Следовательно, точность оценки средних величин показателей продуктивности фитопланктона в первую очередь зависит от количества определений в течение заданного отрезка времени и в значительно меньшей степени от числа параллельных вариантов в отдельных опытах.

Используя известные методы биометрии [3], можно рассчитать достаточное число параллельных вариантов (n) в опытах при заданной величине ошибки (Δ) показателей продуктивности фитопланктона по формуле

$$n = \frac{t^2 \sigma_{n-1}^2}{\Delta^2},$$

где σ_{n-1} – среднеквадратическое отклонение, рассчитанное по трем вариантам параллельных определений величин деструкции, чистой и валовой продукции; величина t принималась равной 1.96, исходя из 0.05 уровня значимости.

Проведенные расчеты позволяют предположить, что при усреднении данных 20–30 и более определений можно ограничиться одной „темной“ и одной „светлой“ склянками (суточные опыты), что обеспечивает экономию времени и реактивов. В тех случаях, когда средняя оценивается менее чем по 10 определениям, использование лишь одного варианта обеспечивает величину $\Delta = 0,2$ мг O_2 /(л·сут), которая намного меньше значений $\pm t m_{\bar{x}}$ (табл. 1, 2).

Величина различий между вариантами по данным отдельных суточных экспозиций проб заметно выше по сравнению с различиями средних значений вариантов. Так, среднемесячные значения ошибки ($m'_{\bar{x}}$), рассчитанной по трем вариантам, составили для деструкции 0.56, для чистой продукции – 0.77, для валовой продукции – 0.99 при n (число определений среднемесячных значений $m_{\bar{x}}$) равном 10.

Необходимо отметить, что использованные в данном сообщении материалы получены в ходе массовых рутинных экспериментов, в которых содержание кислорода определялось несколькими операторами с разной квалификацией и опытом исследовательской работы, в том числе студентами. Можно с достаточной уверенностью предположить, что различия между вариантами в экспериментах, проведенных опытным оператором, будут гораздо меньшими. К некоторому снижению различий между вариантами может привести также использование калиброванных склянок.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что при определении среднемесячных или среднесезонных показателей продуктивности фитопланктона в большинстве случаев допустимо исполь-

зование лишь одной, а в более ответственных случаях двух повторностей в отдельных опытах, поскольку основная дисперсия результатов обусловлена нестабильностью продукционного процесса во времени.

Л и т е р а т у р а

1. Б у л ь о н В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. Л., 1983.
2. В и н б е р г Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960.
3. П л о х и н с к и й Н.А. Биометрия. Новосибирск, 1961.
4. Р у к о в о д с т в о по химическому анализу вод суши. Л., 1977.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Комплексный многоуровневый эксперимент „Внутренние водоемы-86” (А.С. Литвинов)	3
Школа-семинар „Методы количественной генетики и генетического мониторинга в изучении популяций пресноводных рыб и рыб водое- мов комплексного назначения” (Ю.Г. Изюмов)	5

СООБЩЕНИЯ

Романенко В.И. Время удвоения численности клеток и фо- тосинтетической ассимиляции CO ₂ в культуре водорослей <i>Ankis- trodesmus falcatus</i>	7
Буторин А.Н. Об активности микрофлоры поверхностной пленки илов озера Севан	9
Артеменко В.И., Довбня И.В. Растительность оз. Пле- шеево	11
Довбня И.В., Экзерцев В.А. Сплавинообразование на мелководьях Иваньковского водохранилища	15
Носова И.А., Миловская Л.В. Влияние фертилизации на популяции пелагических ракообразных оз. Курильского (Камчатка)	17
Сарвири В.С., Вербицкий В.Б. Пищевая избира- тельность планктонных фильтраторов в проточном градиенте кормов: I. О возможности использования проточной градиентной установки для изучения пищевой избирательности	21
Бисеров В.И. Зообентос Горьковского водохранилища в первой половине 80-х годов	25
Мыльников А.П. Биология хищного жгутиконосца <i>Bodo edax</i> Klebs	28
Маркевич Г.И., Цельмович В.А. Состав минераль- ных компонентов склеротизированных тканей коловраток	31
Шилова А.И., Зеленцов Н.И. К фауне хирономид Кав- каза (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>)	35
Базаров М.И., Малинин Н.Л., Халько Н.А. О суточных вертикальных миграциях плотвы и окуня	37
Поддубный А.Г., Малинин Л.К., Базаров М.И., Саранчов С.В. О миграционном поведении севрюги в рай- оне Каргалинского гидроузла	40
Кузьмина В.В. Общая амилолитическая и щелочнофосфатазная активность слизистой кишечника леща	43
Васильев А.С. Фракционный состав гемоглобина крови воблы (<i>Rutilus rutilus caspicus</i> Jakowl.) и тарани (<i>Rutilus rutilus Heckelii</i> Nardm.)	48
Матей В.Е., Жабрева С.Б. Некоторые данные о роли экзогенного кальция в ультратонкой организации жаберного эпи- теля окуня	53
Поддубный С.А. О структуре горизонтальной циркуляции вод в Рыбинском водохранилище	59
Зиминова Н.А., Законнов В.В. Аккумуляция биоген- ных элементов в донных отложениях Горьковского водохранилища	63
Девяткин В.Г. О числе параллельных вариантов при измере- нии фотосинтеза фитопланктона кислородным методом	66

CONTENTS

INFORMATION

Page

Complex multi-level experiment „Inland reservoirs 86“ (Litvinov A.S.)	3
School-seminar „Methods of quantitative genetics and of genetic monitoring in studies of populations of fresh- water fishes and fishes of complex purpose reser- voirs“ (Izjumov Ju.G.)	5

ARTICLES

Romanenko V.I. Duration of cell number dup- lication and of photosynthetic assimilation of CO ₂ in algal culture <i>Ankistrodesmus falcatus</i>	7
Butorin A.N. On the activity of microflora of silts surface film in Lake Sevan	9
Artemenko V.I., Dovbnja I.V. Vegeta- tion of Lake Pleshchevo	11
Dovbnja I.V., Ekzertsev V.A. Floa formation at the shallows of the Ivankovo reservoir ...	15
Nosova I.A., Milovskaya L.V. The effect of fertilization on pelagic crustaceous popula- tions of the Kuril lake (Kamchatka)	17
Sarviro V.S., Verbitsky V.B. Food selectivity of plankton filtrators in a flowing feed gradient; I. On a possible application of the flowing gradient installation for food selectivity study	21
Bisero V.I. Zoobenthos of the Gorky reservoir in the early half of eighties	25
Myl'nikov A.P. Biology of predatory flagellates <i>Bodo edax</i> Klebs	28
Markevitch G.I., Tselmovitch V.A. Composition of mineral components of rotifer sclero- tized tissues	31
Shilova A.I., Zelentsov N.I. On Chi- ronomis fauna of the Caucasus (Diptera, Chironomidae)	35
Bazarov M.I., Malinin W.L., Kha- lko N.A. On daily vertical migrations of roach and perch and perch	37
Poddubny A.G., Malinin L.K., Ba- zarov M.I., Saranchov S.V. On mi- gratory behaviour of starred sturgeon in the district of the Kargalinsky hydroelectric plant	40
Kuzmina V.V. Total amylolytic and alkaline pho- sphatase activity of bream intestine mucosa	43
Vasiljev A.S. A fractional composition of blood haemo- globin of Caspian roach (<i>Rutilus rutilus caspicus</i> Jakowl.) and of Azov roach (<i>Rutilus rutilus Heckeli</i> Nardm.)	48
Matei V.Eu., Zhabreva S.B. Some data on a role of exogenic calcium in ultrastructure of gill epithelium of perch	53
Poddubny S.A. On structure of horisontal water circulation in the Rybinsk reservoir	59
Ziminova N.A., Zakonov V.V. Nut- rient accumulation in bottom deposits of the Gorky reservoir	63
Devjatin V.G. On a number of parallel va- riants in measurement of phytoplankton photosynthesis by an oxygen method	66