



ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

59

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
№ 59



ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1983

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 water-
bodies

Biology of Inland Waters
Information Bulletin

N 59

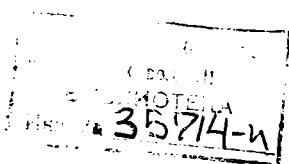
УДК 577.472

Бюллетень содержит ряд коротких сообщений, касающихся разных сторон биологии, экологии и физиологии ряда пресноводных гидробионтов. Рассмотрено действие некоторых токсических веществ на низших ракообразных. В одной из статей описана методика определения микроколичеств железа во взвешях природных вод.

Выпуск рассчитан на широкий круг гидробиологов, ихтиологов, микробиологов, альгологов и гидрохимиков.

Ответственный редактор В.А. ЭКЗЕРЦЕВ

Рецензенты: С.И. КУЗНЕЦОВ, А.А. МИЛЬКО



ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ-СЕМИНАР ПО ПРОБЛЕМЕ ОТВОДЯЩИХ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ РЫБ НА ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

В Институте биологии внутренних вод АН СССР 11-13 февраля 1982 г. состоялось Всесоюзное совещание-семинар на тему „Отводящие способы защиты рыб“, организованное Министерством рыбного хозяйства, Министерством энергетики СССР и институтом „Гидропроект“ им. С.Я. Жука. В работе совещания приняли участие ведущие специалисты более 20 научных рыбохозяйственных и проектных учреждений. Было заслушано 11 докладов и научных сообщений.

Н.В. Буторин (ИБВВ АН СССР), И.В. Никаноров (Главрыбвод) и Л.И. Кудояров (Минэнерго СССР) в своих выступлениях дали подробную оценку современного состояния и дальнейших путей развития гидростроительства, а также задач, возникающих в связи с зарегулированием рек и необходимостью защиты молоди рыб от гибели на водозаборных сооружениях. Докладчики подчеркнули возрастающую необходимость управления поведением рыб. Несмотря на несомненные достижения и значительные сдвиги, исследования в области поведения рыб развиваются еще недопустимо медленно. В то же время неполнота знаний по этим вопросам наносит большой ущерб народному хозяйству.

В настоящее время на основании ряда физических явлений и использования поведенческих реакций рыб на раздражители имеются разработки защиты взрослых рыб от попадания в водозаборы. Но для молоди существующие рыбозащитные устройства малоэффективны или вообще не действуют. Необходимо идти по пути экспериментального исследования с применением мечения рыб и с широким развитием экологических работ, сопровождающихся подробным изучением гидрологической и биоценологической обстановки. Поведение рыб следует рассматривать во всем комплексе факторов окружающей среды, как абиотических, так и биотических, в противном случае оно превращается в простую констатацию явлений или попытку объяснить его влиянием какого-либо одного фактора.

Большая часть специальных докладов была посвящена новым перспективным конструкциям рыбозащитных устройств, основанным на рыбоотводящих способах защиты. В ходе дискуссий на семинаре были выработаны основные направления научных и проектных исследований в этой области и проведена работа по их координации.

В принятом решении отмечено, что тема данного совещания весьма актуальна, так как системой рыбоотвода предусматривается комплексное изменение среды на участке водозабора, основанное на детальном знании ее гидрофизических особенностей, физических и рецепторно-аналитических возможностей охраняемых видов рыб.

Проведенная Институтом биологии внутренних вод АН СССР серия работ в этой области и опыт многолетнего сотрудничества с институтом „Гидропроект“ и Главрыбводом позволяют наметить оптимальное направление решения проблемы рыбозащиты.

УДК 579.68 : 57.086.3

А.Н. Б у т о р и н

МИКРОФЛОРА ОБРАСТАНИЙ ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИХ СЕТОК В ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛЕНКЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Применение электронного микроскопа для изучения водной микрофлоры позволило обнаружить новые редкие бактерии, уточнить морфологию, а в конечном итоге и систематику уже известных. Используя данную технику, мы произвели исследования состава морфологических групп бактерий, образующих ценозы обрастания предметных стекол в поверхностной пленке донных отложений Рыбинского и Шекснинского водохранилищ.

Отбор грунтов в экспедициях (июнь-июль 1979 г.) производили с борта судна дночерпателем Экмана-Берджа. Со всей площади поднятой пробы снимали поверхностный слой ила и помещали его в эксикаторы. Ил заливали забортной водой на высоту 3-5 см. Эксикатор в открытом виде доставляли в лабораторию. Здесь через 2-3 сут после оседания основной части взвешенных частиц старую воду из эксикатора сливали с помощью шланга, после чего ил заливали свежей водой, принесенной из водоема.

Для изучения бактериальных ценозов поверхностной пленки донных отложений использовали метод „сеток обрастания“, предложенный Хиршем и Панкратцем [5]. Примененная нами техника приготовления „сеток обрастания“ была несколько упрощена по сравнению с общепринятой [4]. На предметное стекло, уложенное на дно чашки Петри, залитой на 1/3 дистиллированной водой, помещали 3-4 медные сеточки так, чтобы они легли на одном уровне посередине стекла. На поверхность воды капилляром наносили каплю 1%-ного раствора коллодия в амилацетате. Образовавшуюся через некоторое время на поверхности воды пленку снимали пинцетом. После повторного образования пленки воду из чашки отсасывали моровской пипеткой, в результате чего пленка оседала на дно чашки и покрывала предметное стекло с сеточками. Остатки воды удаляли подсушиванием стекол на воздухе в течение 12 ч.

Подготовленные таким образом стекла с „сетками обрастания“ погружали в ил так, чтобы в него заходил лишь нижний край сеток и выдерживали в илу 5-7 ч при комнатной температуре. Затем стекла вынимали из ила, ополаскивали дистиллированной водой и высушивали на воздухе. Сетки просматривали под электронным микроскопом марки „Тесла BS-613“ без контрастирования микроорганизмов.

Донные отложения, взятые для проведения экспериментов, различались большим разнообразием по характеру и составу [1]. Тем не менее в обрастаниях в поверхностной пленке донных отложений

обоих водохранилищ доминировали палочковидные, овальные и кокковидные бактерии. Размеры преобладающих форм варьировали от 0,5 до 2,3 мкм в длину и от 0,5 до 1,0 мкм в диаметре. Клетки чаще всего одиночные, реже объединены в короткие цепочки. Практически во всех типах клеток встречались округлые электронноплотные образования. Количество их колебалось от 1–2 до 5–8 экз. Наряду с ними в клетках обнаружены и разнообразные светлые включения. Последние обычно располагались по периферии центральной части клетки, но иногда заполняли ее почти целиком. В ряде случаев светлые включения имели вид вакуолей, занимающих большую часть бактериальной клетки (рис. 1, а).

Вибрионы, а также спириллы (рис. 1, б) встречались в обрастаниях из поверхностной пленки илов всех типов значительно реже. Исключение составлял серый ил некоторых участков Рыбинского водохранилища, где они преобладали над другими типами клеток.

Следующую по частоте встречаемости морфологическую группу составляли нитчатые обростатели. Эта группа крайне неоднородна. В ее состав входят, во-первых, очехленные цепочки клеток, разных по размерам и форме (рис. 1, в). Эти микроорганизмы широко распространены в поверхностной пленке донных отложений обоих водохранилищ. Во-вторых, к ней относятся и несептированные нитевидные обростатели, также различающиеся по форме и размеру клетки (рис. 1, г, д). Диаметр их колебался от 0,04 до 0,4 мкм. Кроме того, обнаружено несколько весьма своеобразных нитевидных микроорганизмов (рис. 1, е). Помимо вышеуказанных в эту группу нами включены и стрептобактерии.

Особый интерес представляет морфологически разнообразная группа обростателей простекобактерий. Эти специфические микроорганизмы относятся к микрофлоре рассеяния [3], в силу чего они „не могут составлять основной группы ... в каком-либо бактериальном ценозе, а всегда лишь следуют за более многочисленными и более активными видами“ [2, с. 736]. Этим объясняется их редкая встречаемость на сетках обростания. Среди них наиболее часты представители рода *Caulobacter* (рис. 2, а) трех морфологических типов: бактериоидного, вибриоидного и лимоновидного. Эти простекобактерии присутствовали в поверхностной пленке донных отложений практически всех типов. Особенно многочисленны и разнообразны они в поверхностной пленке бедных глинистых илов Рыбинского водохранилища, оз. Белого и р. Ковжи. В богатых органическим веществом серых и переходных илах Рыбинского водохранилища каулобактеры малочисленны.

В поверхностной пленке донных отложений, состоящих из крупного песка, глинистых и песчаных илов, встречаются почкующиеся простекобактерии из рода *Hyphomicrobium* (рис. 2, б). Кроме них в поверхностной пленке крупного песка обнаружены простекобактерии, напоминающие *Asticacaulis* sp., и клетки, похожие на початок кукурузы, сходные с *Prosthecomicrobium Polyspheroidum* [2].



Рис. 1. Бактерии-обрататели из поверхностной пленки донных отложений. Обозначения в тексте.



Рис. 2. Бактерии-обрастатели из поверхностной пленки донных отложений. Обозначения в тексте.

В пленке серого глинистого ила Рыбинского водохранилища выявлены обрастатели, относящиеся, возможно, к роду *Ancalomicrobium* (рис. 2, в). В ряде случаев в пленке обрастания попадают клетки с выростами, принадлежность которых к какой-либо систематической группе установить не удалось (рис. 2, г).

Помимо простекобактерий, к редким формам обрастателей в поверхностной пленке ила следует отнести *Spirochaeta* sp., *Microciclus* sp., а также необычайно крупные (1.1–1.7 x 2.3 мкм) контрастные микроорганизмы округлой или овальной формы (рис. 2, д), имеющие в ряде случаев образования, напоминающие почку. В обрастаниях из ила, взятого в зал. Кондоша (Рыбинское водохранилище), обнаружены две крупные цилиндрические клетки (1.1–1.2 x 2.8–3.0 мкм), внутри которых видны образования, похожие на газовые вакуоли (рис. 2, е).

Таким образом, в обрастаниях электронно-микроскопических сеток доминируют в основном палочковидные и овальные клетки. Менее распространены вибрионы и спириллы, нитчатые и стрептобактерии. Среди редко встречающихся форм следует отметить простекобактерии, спирохеты и микроциклы.

Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н А.Н. О методе определения активности гетеротрофной микрофлоры поверхностной пленки ила. – В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1981, № 49, с. 59–62.
2. В а с и л ь е в а Л.В. Морфологическое группирование простекобактерий. – Изв. АН СССР, сер. биол., 1980, № 5, с. 712–737.
3. З а в а р з и н Г.А. К понятию микрофлоры рассеяния в круговороте углерода. – Журн. общ. биол., 1970, т. 31, № 4, с. 386–393.
4. 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. Л., 1974. 194 с.
5. H i r s c h P., P a n k r a t z S.H. Study of bacterial populations in natural environments by use of submerged electron microscope grids. – Z. allg. Mikrobiol., 1970, Bd 10, H. 8, S. 589–605.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А.И. Саралов, И.Н. Крылова,
Ж.К. Бабаян

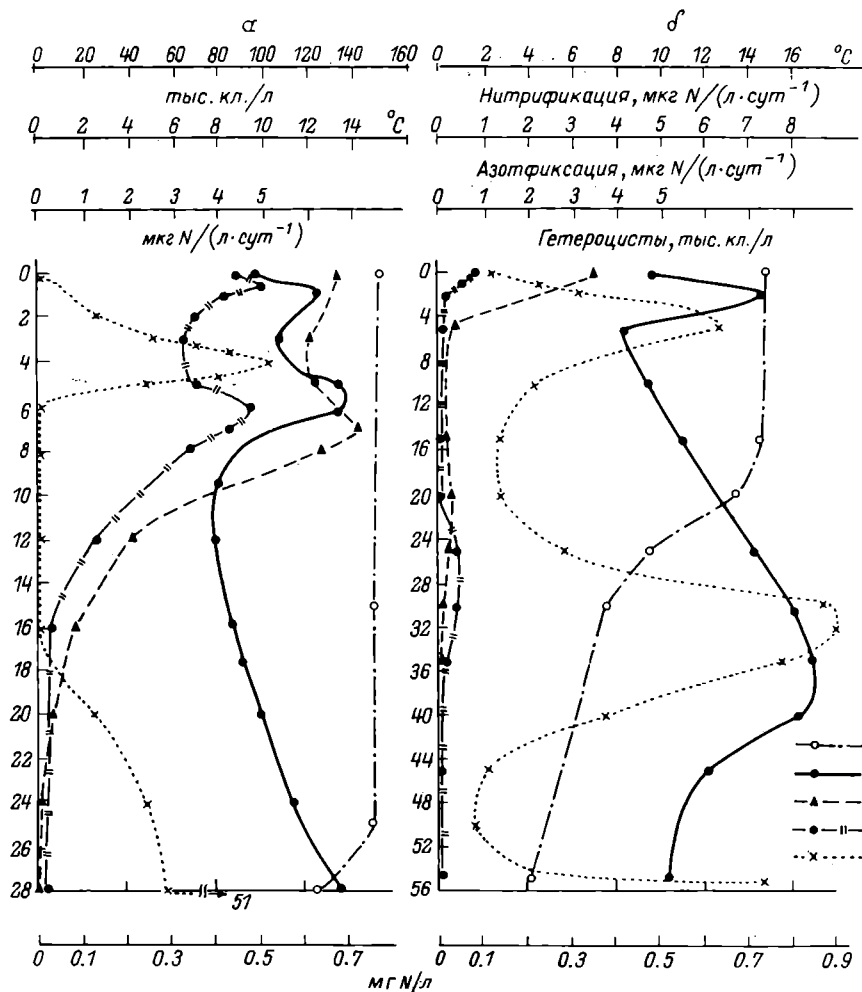
ИНТЕНСИВНОСТЬ ФИКСАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА,
НИТРИФИКАЦИИ И ДЕНИТРИФИКАЦИИ
В ВОДНОЙ ТОЛЩЕ И ГРУНТАХ
ВЫСОКОГОРНОГО ОЗЕРА СЕВАН

Высокогорное оз. Севан расположено на высоте 1903 м. Площадь его около 1200 км², наибольшая глубина – 86 м. Воды р. Раздан, вытекающие из оз. Севан, используются каскадом ГЭС и для полива сельскохозяйственных угодий. Сейчас закончено строительство тоннеля, через который весной 1981 г. началась переброска вод р. Арпа в озеро. В результате снижения уровня оз. Севан на 18–19 м повысились темпы продуцирования органического вещества при фотосинтезе фитопланктона [1] и увеличилось содержание всех минеральных форм азота [2].

В настоящей статье впервые приводятся результаты определений активности микробиологических процессов азотфиксации, нитрификации и денитрификации в водной массе и донных отложениях оз. Севан.

Определения были выполнены в период с 29 сентября по 2 октября 1980 г. в грунтах на 6 стандартных станциях, в водной толще Малого Севана на ст. № 4 и Большого Севана на ст. № 22. Интенсивность фиксации молекулярного азота микроорганизмами определяли с помощью ацетиленового метода [3], денитрификацию – по накоплению закиси азота в присутствии ацетилена, ингибирующего восстановление этого промежуточного продукта в молекулярный азот [5], нитрификацию – по накоплению нитритов в присутствии 3 мг/дм³ азиды натрия, который переводил NO₂⁻ в закись азота при дополнительном введении его совместно с кислотой в конце периода инкубации. Содержание газов в опытных склянках рассчитывали после установления коэффициента абсорбции для воды или грунта. Общий азот определяли методом фотохимического сжигания путем двукратного облучения проб в ультрафиолетовом свете в кислой среде при pH около 2,3, затем в щелочной среде при pH около 10,4.

В сентябре началась циркуляция водных масс озера и на ст. 22 Большого Севана отмечалась гомотермия. На ст. № 4 Малого Севана стратификация частично сохранилась, и в слое воды на глубине от 20 до 30 м еще отмечался температурный скачок (см. рисунок). Здесь содержание растворенного кислорода снижалось по глубине, и в придонных слоях он обнаруживался в следовых концентрациях. Прозрачность воды по акватории оз. Севан изменялась от 1 м на литоральной ст. № 34 в районе будущей дельты р. Арпа до 9,5 м в пелагиали Малого Севана.



Вертикальное распределение температуры (1), общего азота (2), численности гетероцист цианобактерий (3), интенсивности азотфиксации (4) и нитрификации (5) в водной толще Большого Севана (а) 29 IX 1980 и Малого Севана (б) 1 X 1980. По оси ординат – глубина, м.

На ст. № 34 были отмечены скопления азотфиксирующих цианобактерий (синезеленых водорослей) *Aphanizomenon flos-aquae*, среди которых встречались отдельные трихомы *Anabaena flos-aquae* и единичные клубкообразные колонии *A. lemmermannii*. Общее количество гетероцист достигало 2.1 млн. кл./л. По-видимому, они определили активную фиксацию молекулярного азота – до 55.6 мкгN в 1 л интегрированной пробы за сутки, что составляло 4% от содержания здесь общего азота. Такой высокий

Интенсивность микробиологических процессов круговорота азота в грунтах оз. Севан осенью 1980 г.

Станция	Глубина, м	Слой ила, см	Влажность, %	Содержание общего азота, мгN/см ³	Азот-фиксация	Нитрификация	Денитрификация
					мкг N / (дм ³ ·сут)		
Лчашенская бухта	1	0-2	45.0	0.52	1.2	28.4	3.4
		2-5	46.2	0.52	0.8	—	12.1
34	2	0-2	46.9	0.61	4.8	57.0	7.5
		2-5	27.2	0.61	6.2	—	19.3
24	27	0-2	89.6	0.47	0.1	0	3.5
		2-5	90.2	0.52	0.1	—	0
22	28	0-2	80.0	0.72	0.5	58.5	7.2
		2-5	87.0	0.60	0.3	—	3.4
30	28	0-2	90.4	0.56	0.4	30.7	4.8
		2-5	76.6	0.56	0.3	—	2.3
4	50	0-2	87.6	0.52	0.5	21.5	4.3
		2-5	92.0	0.52	0.3	—	0

уровень азотфиксации, до 83.4 мгN/(м²·сут), мы отмечали лишь в высокоэвтрофных голомиктических озерах при столь же массовом развитии цианобактерий [3].

Несколько меньший уровень азотфиксации, до 44.5 мгN/(м²·сут), был отмечен на глубоководной ст. Большого Севана № 22. Наиболее активно, до 5.1 мкгN/(л·сут), процесс шел у поверхности и достигал 1,1% от содержания там общего азота. С глубиной активность фиксации азота понижалась и хорошо коррелировала с распределением гетероцист цианобактерий.

В Малом Севане цианобактерии в водной толще встречались лишь у поверхности и в верхнем слое гипolimниона. Уровень азотфиксации на ст. № 4 составлял лишь 5.8 мгN/(м²·сут). Однако в воде Малого Севана содержание общего азота было не меньше, чем в воде Большого Севана. Наибольшее его содержание было отмечено в верхней зоне гипolimниона, где активно происходило окисление аммонийного азота до нитритов, 17.3 мкгN — NH₄⁺/(л·сут). Кроме того, нитрификация активно шла в эпилимнионе и придонных слоях воды. Значительно слабее нитрификация происходила в водной толще Большого Севана, где водоросли уже отмирали, но не успели еще разложиться. Здесь профиль интенсивности нитрификации в какой-то мере совпадал с профилем вертикального распределения общего азота. Процесс денитрификации в водной толще практически отсутствовал.

В донных отложениях оз. Севан в противоположность водной массе микробиологические процессы круговорота азота происходили менее напряженно (см. таблицу). Несмотря на значительные коле-

бания влажности, в илах содержалось примерно одинаковое количество общего азота, которое изменялось по акватории озера от 0,52 до 0,72 мгN в 1 см³ ила. В них фиксация молекулярного азота была крайне низка и даже в литорали на ст. № 34, где она достигала наибольшей интенсивности за сутки – до 6,2 мкгN/дм³ в слое ила 2–5 см, составляла лишь 0,001% от содержания там общего азота. Интенсивность нитрификации в грунтах тоже была невысока. Как в Большом, так и в Малом Севане она была сопоставима с интенсивностью этого процесса в придонных слоях воды. Однако в донных отложениях был зарегистрирован микробиологический процесс денитрификации, ведущий к переходу азота в газообразную форму. Максимальных значений – от 12,1 до 19,3 мкгN/(дм³.сут) – он достигал в илах литорали.

Итак, в водной массе высокогорного оз. Севан происходит активная фиксация свободного азота цианобактериями *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*, *A. lemmermannii*. При отмирании азотсодержащие органические вещества в значительной мере минерализуются еще в водной толще, и выделившийся при этом аммиак окисляется нитрифицирующими бактериями с образованием нитратов и нитритов.

Л и т е р а т у р а

1. П а р п а р о в А.С. Первичная продукция и содержание хлорофилла „А” в фитопланктоне оз. Севан. – Тр. Севан. гидробиол. ст., 1979, т. 17, с. 88–99.
2. П а р п а р о в а Р.М. Гидрохимический режим озера Севан по данным 1976 г. – Тр. Севан. гидробиол. ст., 1979, т. 17, с. 38–50.
3. С а р а л о в А.И., Д а у к ш т а А.С. Фиксация молекулярного азота в озерах Латвийской ССР. – Гидробиол. журн., 1978, т. 14, вып. 6, с. 7–13.
4. L ä n n e r g r e e n C., L u n d g r e n A., G r a n h a l l U. Acetylene reduction and primary production in lake Erken. – Oikos, 1974, vol. 25, p. 365.
5. Y o s h i n a r i T., K n o w l e s R. Acetylene inhibition of nitrous oxide reduction by denitrifying bacteria. – In: Abstrs. Annu. Meet. Amer. Soc. Microbiol., Atlantic City, N.J., 1976. Washington, 1976, p. 165.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Э.Г. Добрынин

ПРОДУКЦИЯ И РАСПАД ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ГИПЕРГАЛИННЫХ ОЗЕРАХ СОЛЬ-ИЛЕЦКОГО СОЛЯНОГО КУПОЛА

С целью изучения биологических процессов в озерах, экстремальных по солевому и температурному режимам, в августе-сентябре 1976 г. была предпринята экспедиция на соленые озера Развал и Дунино Соль-Илецкого соляного купола. Задача состояла в изучении интенсивности фотосинтеза фитопланктона и деструкции органического вещества в рапе этих озер.

Продукцию фитопланктона определяли радиоуглеродным методом, расчет проводили по формуле [3]: $\Phi_m = \Phi_n \cdot 0.7 \cdot l$, где Φ_m – суточная величина интенсивности фотосинтеза под 1 м² за сутки, г С; Φ_n – то же в интегрированной пробе от поверхности до глубины тройной прозрачности по диску Секки, мг С/л; l – глубина тройной прозрачности по диску Секки, м; 0.7 – коэффициент, характеризующий связь между прозрачностью воды и фотосинтезом. О величине деструкции судили по разнице содержания растворенного O_2 до и после экспонирования склянок в водоеме в течение 24 ч. Температуру измеряли инерционным термометром, поэтому возможно некоторое завышение ее значений ниже термоклина. Плотность рапы измеряли ареометром, рН – полевым электрическим рН-метром.

Физико-химическая характеристика обследованных озер приведена в работе А.И. Саралова и Э.Г. Добрынина [4].

Л.С. Блюмина [1] нашла в 1954–1955 гг. в оз. Развал единственного представителя фитопланктона – зеленую водоросль *Dunaliella salina*. Позднее [4] в рапе была обнаружена тоже лишь *D. salina*. С заметной интенсивностью фотосинтез протекал до глубины 1 м (см. таблицу), очевидно, вследствие очень малой прозрачности рапы. На глубине 1.5 м и ниже этот процесс выявить не удалось даже радиоуглеродным методом. Температурного угнетения здесь быть не могло, поскольку до глубины 3 м температура рапы превышала 20 °С. Некоторое снижение продукции фитопланктона в сентябре по сравнению с августом произошло, вероятно, вследствие резкого, нехарактерного для данного региона охлаждения воздуха (до заморозков ночью) 10–12 сентября и понижения температуры поверхностной рапы на 6–7 °С.

Фотосинтез фитопланктона в оз. Дунино в августе протекал с одинаковой интенсивностью в верхнем однометровом слое, постепенно снижаясь к придонным горизонтам. Вследствие снижения температуры поверхностной рапы в сентябре максимальные величины продукции наблюдались в более глубоких слоях (1–2 м).

Суточная первичная продукция органического вещества под 1 м² в оз. Развал составила 0.23 г С, а в оз. Дунино – 0.43 г С. Таким образом, обладающее более мягкими солевым и темпе-

Первичная продукция и деструкция органического вещества
(мкгС/(л·сут)) в соленых озерах Соль-Илецкого соляного купола
в августе-сентябре 1976 г.

Глубина, м	Первичная продукция				Деструкция органического вещества			
	оз. Развал		оз. Дунино		оз. Развал		оз. Дунино	
	15 VIII	19 IX	17 VIII	20 IX	16 VIII	17 IX	17 VIII	20 IX
Поверх- ность	338	228	577	346	187.5	206.5	189,0	131.2
0,5	185	174	-	478	-	-	-	-
1,0	93	68	189	490	112.5	112.5	213,5	225,0
1,5	0	0	466	542	-	-	-	-
2,0	0	0	165	531	112.5	131.2	187,5	131.2
2,5	0	0	107	-	-	-	108,5	56,2
3,0	0	0	59	116	93,8	187,5	56,2	93,8
4,0	0	0	-	-	75,0	18,8	-	-
5,0	0	0	-	-	0,0	18,8	-	-
7,0	0	0	-	-	0,0	0,0	-	-
9,0	0	0	-	-	-	-	-	-

ратурным режимами оз. Дунино оказалось вдвое более продуктивным водоемом, чем оз. Развал.

В таблице представлены также данные по аэробной деструкции органического вещества. В оз. Развал разложение органического вещества происходило главным образом в эпилимнионе и в значительно меньшей степени в термоклине. В гиполимнионе при температурах, близких к нулю, деструкция органического вещества не происходила. В водном столбе ее величина составила в августе $0,45 \text{ г С}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$, а в сентябре — $0,56 \text{ г С}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$.

Деструкция в рапе оз. Дунино протекала интенсивно в верхнем двухметровом слое и резко снижалась в придонном. В сентябре вследствие понижения температуры у поверхности она уменьшалась. Наиболее интенсивно процесс разложения протекал на глубине около 1 м, в нижележащих слоях деструкция была значительно меньше. Во всем водном столбе за сутки разрушалось $0,52$ и $0,47 \text{ г С}/\text{м}^2$ органического вещества в августе и сентябре соответственно.

Продукция фитопланктона в озерах Развал и Дунино во время обследования была в несколько раз меньше, чем в близких по солености рапных и соленых водоемах Крыма [2]. Деструкция органического вещества в оз. Развал вдвое превышала его продукцию за то же время. Это позволяет предположить наличие запаса органического вещества в рапе озера. В условиях равнинной степи в него не могло попадать много аллохтонного органического вещества,

поскольку в озера не поступают поверхностные воды. Очевидно, продукция фитопланктона в предшествующие летние месяцы (май-июль) была выше, чем в период обследования.

Л и т е р а т у р а

1. Б л ю м и н а Л.С. Водоросли соленых Соль-Илецких озер. – Ботан. журн., 1957, т. 42, № 6, с. 912–917.
2. Д о б р ы н и н Э.Г. Характеристика круговорота органического вещества в гипергалинных водоемах Крыма. – В кн.: Микробиологические и химические процессы деструкции органического вещества в водоемах. Л., 1979, с. 60–74.
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. Л., 1974. 194 с.
4. С а р а л о в А.И., Д о б р ы н и н Э.Г. Фиксация молекулярного азота в озерах Илецкого соляного купола. – В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1978, № 40, с. 8–10.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 581.526 + 551.482.21(584.1)

Ю.Е. Л ю б е з н о в, М.А. К е м ж а е в

ФИТОПЛАНКТОН И КАЧЕСТВО ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩ ЮЖНОЙ ТУРКМЕНИИ

В условиях южной Туркмении непосредственное загрязнение водоемов и водотоков промышленными и коммунально-бытовыми стоками выражено пока еще слабо. Антропогенное евтрофирование происходит в основном за счет смыва с сельскохозяйственных угодий части вносимых удобрений, главным образом азота и фосфора. Изучение и установление начальных стадий евтрофирования весьма актуально, так как связано с задачами охраны водоемов.

Наглядным подтверждением может служить изменение качества воды за последние годы в двух водохранилищах южной Туркмении – Куртлинском и Хаузаханском. Оценка дается на основании гидробиологических и гидрохимических показателей. Отметим, что далеко не последнюю роль в формировании качества воды играет и гидрологический режим водоема. Оба водохранилища – сезонного регулирования. Годовой цикл уровней состоит из трех периодов: зимнего наполнения, весеннего стояния при НПУ и продолжительной летне-осенней сработки. Отличия состоят в значительной годовой проточности Хаузаханского водохранилища (равной 2.78) и незначительной – Куртлинского (0.37).

Во второй половине 60-х годов фитопланктон Куртлинского водохранилища был беден [4]. В 1966 г. максимальная биомасса водорослей достигала 0.04 г/м³, а численность - 1.2 млн. кл./л. Ведущими были *Dinobryon divergens*, *Melosira italica*, *Synedra acus*, *Hyaloraphidium contortum*. В последующие годы (1967-1970 гг.) наметилась тенденция к возрастанию количественных показателей фитопланктона при доминировании *Synedra acus*, *Aphanizomenon ovalisporum*, *Gomphosphaeria lacustris*. Максимальная биомасса редко достигала 0.5 г/м³ [2] и обычно не превышала 0.3 г/м³. До 1971 г. 60% акватории водохранилища зарастало погруженной высшей водной растительностью, но после посадки в него белого амура не зарастает. Летом содержание нитратов составляет 0.04 мг/л, нитритов - 0.03, фосфатов - 0.003 мг/л. Содержание кислорода у поверхности достигает 9.1 мг/л (103% насыщения), у дна - 8.3 мг/л (90% насыщения) [5]. Изъятие высшей водной растительности привело к развитию фитопланктона до начальной степени "цветения" воды [3]. В массе появился *Microcystis aeruginosa* с биомассой до 4.6 г/м³. Бурное развитие фитопланктона и отсутствие его потребителей привело к дефициту кислорода в придонных слоях воды и изменению гидрохимических показателей, свидетельствующих о загрязнении воды [1].

Об ухудшении санитарного состояния водоема свидетельствуют также возросшие индексы сапробности. Так, в 1966 г. индексы сапробности изменялись от 1.25 до 1.78, в 1970 г. - 1.80-2.00, в 1976 г. - 2.07-2.45, в 1978 г. - 1.73-2.35. Соотношение форм фитопланктона и его количественного обилия служит подтверждением начальных стадий евтрофирования водоема. Рассчитанные индексы видового разнообразия также свидетельствуют о наличии евтрофирования: летом и осенью они составляли 0.315-0.649, зимой от 1.024 до 1.056. Снижение индексов видового разнообразия летом и осенью указывает на ухудшение среды обитания. При этом в фитопланктоне доминируют 2-3 вида при значительной биомассе, что также свидетельствует о снижении самоочистительной способности экосистемы водоема.

Летом 1978-1979 гг. содержание биогенов было следующим:

	PO ₄ мг/л	NO ₃ мг N/л	NH ₄ мг N/л
Весна	0.010-0.048	0.15-0.72	0.05-0.28
Лето	0.069-0.074	0.00-1.50	0.05-0.74
Осень	0.043-0.050	0.05-2.10	0.08-0.50

Для сравнения приводим аналогичные данные по Хаузханскому водохранилищу, где проточность выше и благодаря его месторасположению биогенные и загрязняющие вещества попадают в него только с водой Каракумского канала. В 1972 г. численность и биомасса фитопланктона в водохранилище были сравнительно невысокими: 0.12-16.8 млн. кл./л и 0.31-1.52 г/м³. В дальнейшем фитопланктон развивался умеренно. В 1974 г. максимум составлял 6.28 млн. кл./л.

и 1.03 г/м^3 , в 1976 г. – 7.34 млн. кл./л и 2.28 г/м^3 . Доминировали *Oscillatoria amphibia*, *Synedra sp.*, *S. acus*, *Dinobryon divergens*.

Гидрохимический режим водохранилища характеризовался следующими показателями: перманганатная окисляемость – $2.1\text{--}3.5 \text{ мг О/л}$, количество аммонийного азота – от 0.02 до 0.11 мг/л , нитритного – от следов до 0.010 мг/л , нитратного – от 0.03 до 0.32 мг/л , фосфатов – от 0.005 до 0.012 мг/л . Данные 1978–1979 гг. показали, что содержание биогенных веществ в воде водохранилища возросло и составляло: аммонийного азота от 0.04 до 0.64 мг/л , нитритов от 0.00 до 0.022 мг/л , нитратов от 0.07 до 0.98 мг/л , фосфатов от 0.005 до 0.038 мг/л . Перманганатная окисляемость от 2.3 до 4.1 мг О/л . Значения БПК₅ колебались от 3.1 до 4.5 мг О/л весной, летом и осенью – от 3.7 до 6.2 мг О/л .

Максимальные показатели биомассы фитопланктона возросли соответственно до 4.26 г/м^3 в 1978 г. и 4.86 г/м^3 в 1979 г., средние – $1.54\text{--}2.05 \text{ г/м}^3$, состав доминантов сходен с предыдущими годами. Индексы сапробиости, рассчитанные по численности фитопланктона, изменялись от 1.75 в 1976 г. до 2.45 в 1979 г., в 1972 г. их диапазон составлял $1.88\text{--}2.07$. Индексы видового разнообразия фитопланктона в этом водохранилище довольно высокие – весной $0.936\text{--}1.038$, летом $0.814\text{--}1.061$, осенью $0.634\text{--}0.989$, что может свидетельствовать о благополучном состоянии водоема.

Индикационное значение водорослей было разработано для водоемов центральной Европы и европейской части СССР [6, 7]. В водоемах аридной зоны, в частности южной Туркмении, которые характеризуются более жесткой, минерализованной и мутной водой, при повышенных летних температурах, продолжительном вегетационном периоде, отсутствии гуминовых веществ и т.д. индикационное значение многих видов едва ли будет таким же, как в европейских водоемах. Это касается видов *Oscillatoria tenuis*, *Navicula cryptocephala*, *Merismopedia tenuissima* и некоторых других, входящих в число доминантов фитопланктона водоемов южной Туркмении. Согласно принятым спискам [6, 7], они относятся к альфа-мезосапробам. Однако отсутствуют сведения об индикационном значении *Oscillatoria amphibia*, *Lyngbya limnetica*, *Synedra sp.*, обильных в фитопланктоне водоемов Туркмении, хотя по гидрохимическим показателям водоемов их можно считать альфа-мезосапробами.

Таким образом, классификация водоемов южной Туркмении и оценка качества воды по водорослям-индикаторам будет отражать реальное положение вещей только с учетом специфики гидрохимического режима водохранилищ.

Л и т е р а т у р а

1. Жукинский В.Н., Оксийук О.П., Олейник Г.Н., Кошелева С.И. Критерии комплексной оценки

- качества поверхностных пресных вод. – В кн.: Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. М., 1980, с. 57–63.
2. К о г а н Ш.И., К у д и м о в а Л.В. Фитопланктон Западного (Куртлинского) водохранилища в 1967–1970 гг. – Изв. АН СССР, сер. биол. наук, 1973, № 3, с. 12–20.
 3. К о г а н Ш.И., Л ю б е з н о в Ю.Е. Фитопланктон Куртлинского водохранилища в 1974–1975 гг. – Изв. АН СССР, сер. биол. наук, 1977, № 2, с. 33–40.
 4. К о г а н Ш.И., Я з к у л и е в а В.Е. Фитопланктон Западного (Куртлинского) водохранилища близ Ашхабада. – Изв. АН СССР, сер. биол. наук, 1968, № 5, с. 16–22.
 5. К о с т е н к о Н.В. К вопросу о влиянии макрофитов на солевой состав и некоторые биогенные элементы в воде Куртлинского водохранилища. – В кн.: Изучение растительности Туркмении. Ашхабад, 1975, с. 196–199.
 6. М а к р у ш и н А.В. Библиографический указатель по теме „Биологический анализ качества вод” с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л., 1974. 54 с.
 7. S l a d e c k V. System of water quality from biological point of view. – Arch. Hydrobiol., Ergeb. der Limnol., 1973, H. 7, S. 1–218.

Институт ботаники АН Туркменской ССР

УДК 582.2/3 – 19 (285.2)

В.Г. Д е в я т к и н

ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА МИКРОФИТОБЕНТОСА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Вопрос о значении донной альгофлоры – микрофитобентоса – в продуцировании органического вещества в водоемах различного типа до сих пор мало изучен. Известно, что в некоторых водоемах продукция бентосных водорослей значительна [7, 9], тогда как в других – невелика [1]. Сведения о продукции микрофитобентоса в волжских водохранилищах отсутствуют.

В 1971–1973 гг. нами изучались видовой состав, распределение и сезонная динамика развития микрофитобентоса в Иваньковском водохранилище в связи с воздействием подогретых вод Конаковской ГРЭС [3, 4]. Определения первичной продукции микрофитобентоса были проведены в 1975 г. в Мошковичском и Бабнинском заливах этого водоема. Первый из них принимает подогретые воды теплоэлектростанции.

Сведения о гидрологии и биологии водохранилища содержатся в ряде работ [5, 6].

Для определения фотосинтетической активности микрофитобентоса использовались трубки из прозрачного оргстекла - „светлые” - и покрытого черным лаком винипласта - „темные” - длиной 30 см. При площади дна 9 см² объем трубок равен 270 мл. Верхняя часть трубок по наружному краю снабжена резьбой, совмещающейся с внутренней резьбой металлического затвора стратометра С-1, описание которого дано З.Н. Чирковой [11]. Благодаря возможности совмещения трубок со стратометром можно отбирать ненарушенную колонку грунта со слоем придонной воды.

После отбора колонки грунта, длина которой обычно составляла 8-12 см, трубка вывинчивалась из затвора стратометра и закрывалась сверху навинчивающейся крышкой из оргстекла („светлые” трубки) или эбонита („темные”). На крышках сосудов небольшие отверстия с резьбой под эбонитовую пробку, ввинчивающуюся после удаления пузырьков воздуха. Трубки укрепляются вертикально в штативах. При этом нижняя часть трубок плотно прижимается к пластине из упругого фторопласта, что обеспечивает герметичность. В каждом из штативов помещается до 8 трубок.

Штатив с трубками, содержащими колонку грунта и придонную воду, опускался на глубину, с которой стратометром отбирались пробы, что обеспечивало при экспозиции проб условия естественной освещенности и температуры. Вместе с трубками на штативе укреплялись склянки объемом около 150 мл с придонным фитопланктоном, собранным на месте отбора колонок грунта.

Опыты с фитопланктоном проводились в 2-4, а с микрофитобентосом в 4-16 повторностях. Опытные сосуды экспонировались в течение суток.

После экспозиции содержащаяся в трубках надколоночная вода отсасывалась с помощью сифона в склянки с притертыми пробками для определения содержания кислорода [10].

Изменения содержания кислорода в трубках за время их экспозиции обуславливались как жизнедеятельностью населения грунта, так и придонного планктона. Для того чтобы учесть кислородную продукцию собственно микрофитобентоса, во всех опытах определялись интенсивность фотосинтеза и дыхания придонного планктона.

После экспозиции проб в ряде случаев наблюдалось различное содержание кислорода в разных трубках, особенно „светлых”. Можно предположить, что это связано с неоднородным распределением донных организмов.

Для оценки достоверности различий содержания кислорода до и после суточной экспозиции, а также в „светлых” и „темных” трубках был использован *t*-критерий Стьюдента [8]. Оказалось, что в 3 опытах из 16 значимость различий была ниже 0.05 уровня (см. таблицу). Различия содержания кислорода в начале и в конце опыта в „темных” трубках во всех случаях оказались достоверными на высоком уровне значимости.

Полученные данные свидетельствуют, что интенсивность фотосинтеза микрофитобентоса невысока. Максимальные значения валовой первичной продукции даже на глубине 0.5 м, т.е. в условиях доста-

Интенсивность фотосинтеза микрофитобентоса в Бабинском и Мошковичском заливах водохранилища

Залив	Дата опыта	Глубина, м	Температура, °С	Чистая продукция	Деструкция	Валовая продукция	Уровень значимости различий между „светлыми“ и „темными“ трубками
				г O ₂ /(м ² · сут)			
Бабинский	21-22 V	0.5	22.5	-	0.36	-	<0.05
	23-24 V	0.5	20.0	-0.11	0.49	0.38	0.05
	1-2 VI	0.5	15.0	0.03	0.48	0.51	0.01
	17-18 VI	0.5	20.0	0.16	0.51	0.67	<0.05
		1.0	19.0	-	0.47	-	<0.05
		2.0	19.0	-	0.47	-	0.05
	21-22 VII	0.5	22.0	0.86	0.34	1.20	0.001
		0.75	21.0	0.12	0.40	0.52	0.01
		1.3	20.0	-0.26	0.79	0.53	0.001
	26-27 IX	0.5	15.5	-0.13	0.40	0.27	0.05
Мошковичский	28-29 V	0.5	24.0	-0.76	0.87	0.11	0.05
	24-25 VII	0.5	30.0	-0.05	0.96	0.91	0.01
		1.0	29.5	0.21	1.06	1.27	0.01
		1.5	29.0	-0.69	0.89	0.20	0.01
	26-27 VII	0.5	29.0	1.17	0.82	1.99	0.001
	29-30 IX	0.5	20.0	0.91	0.41	1.32	0.05

точной освещенности, не превышают $2 \text{ г } \text{O}_2 / (\text{м}^2 \cdot \text{сут})$. С увеличением глубины и соответствующим уменьшением освещенности продукция донных водорослей довольно быстро понижается.

По сравнению с фитопланктоном, первичная продукция которого в Иваньковском водохранилище значительна [5], микрофитобентос в пересчете на весь водоем, видимо, продуцирует сравнительно небольшое количество органического вещества. Его продукция соизмерима с продукцией фитопланктона лишь в прибрежье до глубины 1,5–2,0 м. Следует, однако, учитывать, что в прибрежье этого водоема мощным конкурентом микрофитобентоса является интенсивно развивающаяся высшая водная растительность [5]. Конкуренция с макрофитами и фитопланктоном в условиях невысокой прозрачности воды сдерживает развитие донных водорослей.

Полученные данные свидетельствуют также о значительно более высокой интенсивности потребления кислорода в грунтах Мошковичского залива по сравнению с Бабнинским (см. таблицу). В сочетании с известными данными о повышенной интенсивности процессов деструкции в толще воды Мошковичского залива [2, 5] повышенное потребление O_2 грунтами указывает на общую интенсификацию процессов минерализации органических веществ под влиянием подогретых вод Конаковской ГРЭС.

Л и т е р а т у р а

1. Б а с о в а С.Л. Состав, распределение и продуктивность перифитона и микрофитобентоса. – В кн.: Биологическая продуктивность озера Красного. Л., 1976, с. 104–119.
2. В а й н ш т е й н М.Б., Д е в я т к и н В.Г., М и т р о п о л ь с к а я И.В. Фотосинтетическая активность фитопланктона Иваньковского водохранилища в зоне влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС. – Гидробиол. журн., 1973, т. 9, № 6, с. 22–29.
3. Д е в я т к и н В.Г. О влиянии Конаковской ГРЭС на микрофитобентос Иваньковского водохранилища. – В кн.: Влияние ТЭС и АЭС на гидрологию и биологию водоемов. Борок, 1974, с. 40–42.
4. Д е в я т к и н В.Г. Влияние подогретых вод Конаковской ГРЭС на фитопланктон и микрофитобентос Иваньковского водохранилища. – В кн.: III съезд Всесоюзного гидробиологического общества. Рига, 1976, т. 2, с. 11–14.
5. И в а н ь к о в с к о е водохранилище и его жизнь. Л., 1978, 304 с.
6. М о р д у х а й – Б о л т о в с к о й Ф.Д. Исследования Института биологии внутренних вод по влиянию теплоэлектростанций на биологию водоемов. – Водные ресурсы, 1975, № 6, с. 88–105.
7. Н и к у л и н а В.Н. Фитопланктон северных озер и его взаимоотношения с зоопланктоном. Автореф. канд. дис. Л., 1977. 23 с.

8. Пл о х и н с к и й П.А. Биометрия. Новосибирск, 1961. 340 с.
9. П о к р о в с к а я Т.Н. Роль экологических групп автотрофов в эвтрофировании озер. - Изв. АН СССР, сер. геогр., 1975, № 4, с. 45-50.
10. 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. 194 с.
11. Ч и р к о в а З.Н. Микрозообентос. - В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975, с. 178-184.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.587

Н.Д. Б о р о д и ч, В.Л. Л а в р о в

О ДОННОЙ ФАУНЕ РЕКИ БОЛЬШОЙ ИРГИЗ

В р. Волгу и расположенные на ней водохранилища впадает около 2600 рек, каждая из которых имеет своеобразную фауну и особенности стока. Влияние, оказываемое притоками на формирование фауны р. Волги, очень велико [1]. К сожалению, изучению малых рек Поволжья до сих пор уделяется недостаточно внимания. С момента исследований А.Л. Бенингом гидрофауны левобережных притоков Волги - рек Большой Иргиз (Б. Иргиз), Еруслан, Самара - прошло более 60 лет. С тех пор подобных работ почти не проводилось.

В августе 1980 г. мы обследовали участок нижнего течения р. Б. Иргиз, протяженностью около 90 км, от с. Малый Кушум до устья реки против г. Вольска.

Река Б. Иргиз берет свое начало со склонов Общего Сырта и имеет протяженность 597 км. Как типичная степная река сильно меандрирует. Имеет много плесов и перекатов. В средней и нижней части реки глубины местами достигают 15 м. Уровень паводковых вод в районе г. Вольска достигает 10,3 м [3], а в р. Волге до ее зарегулирования около устья Б. Иргиза он составлял 14,5 м. Волжские воды, судя по составу планктона, доходили лишь до с. Красный Яр [1]. Следовательно, и водохранилищные воды также не проникают выше с. Красный Яр.

По данным наших исследований, донная фауна обследованного участка р. Б. Иргиз представлена 47 видами, относящимися к 7 классам водных беспозвоночных:

1. Hydrozoa: *Pelmatohydra oligactis* (Pallas), *Cordilophora caspia* (Pallas).

2. Oligochaeta: *Stylaria lacustris* (L.), *Ophidonais serpentina* (O.F. Müller), *Pristina bilobata* (Bretscher), *Rhyacodrilus coccineis* (Vejd.), *Isochaetides michaelsoni* (Lastockin), *I. newaensis* (Michaelsen), *Limnodrilus udekemianus* Claparede, *L. helveticus* Piguet, *L. hoffmeisteri* Claparede, *Psammoryctides barbatus* (Grube), *Tubifex tubifex* (O.F. Müller).
3. Hirudinea: *Piscicola geometra* (L.).
4. Bivalvia: *Unio tumidus* Philipsson, *Hypanis colorata* (Eichw.), *Neopisidium moltessierianum* (Paladilhe), *Euglesa henslowana* (Sheppard), *Dreissena polymorpha* (Pallas).
5. Gastropoda: *Viviparus viviparus* (L.), *Bithynia tentaculata* (L.).
6. Crustacea: *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, *Paromysis ullskyi* (Czerniavsky), *P. intermedia* (Czerniavsky), *P. lacustris* (Czerniavsky), *Pterocuma sowinskyi* (G.O. Sars), *Jaera sarsi* Valkanov, *Iphigenella shablensis* (Caraus), *Chaetogammarus ischnus* (Stebbing), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald), *Pontogammarus obesus* (G.O. Sars), *Stenogammarus dzjubani* (M.-Bolt. et Ljach.), *Corophium maeoticum* Sowinskyi, *C. sowinskyi* Martynov.
7. Insecta: *Procladius* sp., *Cryptochironomus defectus* Kieff., *C. vulneratus* (Zett.), *Harnischia pseudosimplex* Goetgh., *Parachironomus arcuatus* Goetgh., *Chironomus plumosus* L., *Limnochironomus nervosus* (Staeg.), *Polypedilum bicrenatum* Kieff., *P. nubeculosum* (Mg.), *Cladotanytarsus* sp., *Tanytarsus* sp., *Culicoides* sp.

Плотность заселения рассматриваемого участка гидробионтами в значительной мере определялась характером грунта. На серых илах медиали реки верхней и средней части обследованного участка видовой состав организмов был богаче, а численность и биомасса выше, чем в нижней части, занятой песчаным грунтом (см. таблицу). Особенно четко это проявлялось у малощетинковых червей. На серых илах постоянно присутствовали 5 видов: *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. udekemianus*, *Isochaetides newaensis*, *I. michaelsoni*. Их средняя численность составляла 300–500 экз./м², а средняя биомасса 19,1 г/м². В нижней части участка на песчаных грунтах встречались лишь *I. newaensis* и *I. michaelsoni* в количестве 40 и 50 экз./м². Из моллюсков особенно многочисленной была лишь *Dreissena polymorpha*. В верхней части ее численность достигала 1360 экз./м², в средней 1320 экз./м² с биомассой соответственно 912 и 670 г/м². На раковинах дрейссены часто встречались большие скопления (от 10 до 15 колоний на 1 экз.) гидроидного полипа *Cordilophora caspia*.

Распространение и численность (экз./м²) массовых видов донных организмов нижнего течения р. Большой Иртыш (август 1980 г.)

Вид	Номер станции ¹										
	1	2	4	5	6	7	9	11	13	15	17
	Серый ил		Серый ил с песком			Серый ил		Песок			
Глина с песком											
<i>Isochaetides michaelsoni</i>	580	540	180	80	40	120	420	500	20	80	20
<i>I. newaensis</i>	580	560	320	180	120	220	360	760	20	60	40
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	360	-	460	160	-	80	640	440	-	-	-
<i>L. hoffmeisteri</i>	220	160	480	240	100	120	460	140	-	20	-
<i>L. sp. sp. juv.</i>	900	440	1700	920	-	220	1560	600	-	120	-
<i>Tubifex tubifex</i>	500	180	400	720	200	60	800	1180	60	-	-
<i>Dreissena polymorpha</i>	600	1360	280	-	-	1320	-	-	460	40	-
<i>Paramysis intermedia</i> ²	-	-	-	40	20	-	820	-	-	-	-
	1.00	27.0	60.6	32.4	69.3	3.57	2.4	9.4	26.1	0.6	0.4
<i>P. lacustris</i> ²	20	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-
	1.3	37.5	48.4	38.5	13.1	2.1	0.7	2.0	-	0.1	-
<i>Iphigenella shablensis</i>	-	2400	780	-	-	200	-	-	120	-	-
<i>Dikergammarus haemobaphes</i>	420	320	140	20	-	400	-	-	120	-	-
<i>Corophium maeoticum</i>	9860	12800	19540	40	-	27180	-	-	1820	160	-
<i>Procladius sp.</i>	20	200	140	260	-	-	580	960	-	-	-

П р и м е ч а н и я. 1 На станциях 3, 8, 10, 12, 14, 16 пробы отбирались скребком-ловушкой, улавливавшей только мизид, поэтому эти данные в таблицу не включены.

2 В местах отбора проб скребком грунт глинистый или песчаный. Над чертой - пробы, взятые дночерпателем, под чертой - скребком.

Личинки сем. Chironomidae, за исключением *Procladius* sp., встречались редко и в небольших количествах. *Procladius* sp. в количестве от 20 до 960 экз./м² был обнаружен на 7 станциях из 8, находящихся на серых илах.

Наибольший интерес представлял видовой состав и распространение понто-каспийских ракообразных. Обращает на себя внимание, что только мизиды *Paramysis intermedia* и *P. lacustris* заселяли всю прибрежную зону обследованного участка р. Б. Иргиз. Распространение остальных видов было прерывистым. Образовались так называемые острова, характерные для распространения каспийской фауны по рекам [4, 5]. На ст. 1, 2 и 4, видимо, находился один такой „остров“, на ст. 7 – второй и на ст. 13 – третий (см. таблицу). Состав населения „островов“ очень сходен. В нем численно преобладал один вид – *Corophium maeoticum*. В верхней и средней части участка на 1 м² насчитывалось от 9860 до 27180 экз. корофиума. Ему сопутствовал моллюск *Dreissena polymorpha* и бокоплав *Dikerogammarus haemobaphes* и *Iphigenella shablensis*.

В нижней части на песчаных грунтах количество „каспийцев“ уменьшалось, но их процент от общей численности донных организмов оставался таким же высоким – 96,1%. Биомасса каспийской фауны с учетом моллюска дрейссены также была высокой и составляла 89,7–98,8% от общей биомассы.

Очевидно, в данном случае можно говорить о существовании в р. Б. Иргиз корофидно-дрейссенного биоценоза (*Corophium maeoticum* и *Dreissena polymorpha*). Видовой состав этого биоценоза довольно необычен для бассейна Каспийского моря. В него входят 2 вида: *Corophium maeoticum*, обитающий в Понто-Азовском бассейне и до настоящего времени не известный в Каспийском море и его бассейне [5, 6], и *Iphigenella shablensis*, отсутствующая в бассейне р. Волги и только один раз встреченная Ф.Д. Мордухай-Болтовским [6] в среднем Каспии.

Нахождение этих видов в р. Большой Иргиз левобережном притоке Волгоградского водохранилища можно, видимо, объяснить их реликтовым происхождением – Черное и Каспийское моря в прошлом были соединены и имели общую фауну.

В общем донная фауна нижнего течения р. Б. Иргиз весьма разнообразна и обильна. Биомасса бентоса (без дрейссены) в верхней части изученного участка составляла в среднем 29,8 г/м², что во много раз выше, чем в водохранилище. Это свидетельствует о наличии благоприятных условий для развития донной фауны в малых реках, изучение которых является необходимым условием для решения теоретических и практических вопросов происхождения и формирования фауны водохранилищ.

1. Б е н и н г А.Л. Материалы по гидрофауне придаточных систем р. Волги. 1. Материалы по гидрофауне р. Б. Иргиз. - В кн.: Работы волжской биол. станции. Саратов, 1913, т. 4, № 4-5, с. 1-50.
2. В о л г а и ее жизнь. Л., 1978. 350 с.
3. Г и д р о л о г и ч е с к и й ежегодник. 1974-1977. Куйбышев, 1976-1979 гг., т. 4.
4. Д е р ж а в и н А.Н., Д е к с б а х Н.К., Л е п н е в а С.Г. Каспийские элементы в фауне верхней Волги. - Тр. Ярославск. естеств.-истор. об-ва. Ярославль, 1921, т. 3, вып. 1, с. 26-33.
5. М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф.Д. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. М.; Л., 1969. 286 с.
6. М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф.Д. Состав и распространение Каспийской фауны по современным данным. - Тр. ВГБО. М., 1978, т. 22, с. 100-139.

Куйбышевская станция

Института биологии внутренних вод АН СССР

УДК 595.7 : 574.5

Г.Х. Щ е р б и н а, А.И. Ш и л о в а

К ФАУНЕ ХИРОНОМИД НЕКОТОРЫХ ОЗЕР КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

В настоящем сообщении приводится видовой состав хирономид, установленный с учетом всех стадий развития. Материалом для статьи послужили результаты воспитания личинок до имаго, сборы имаго и бентоса евтрофного оз. Камышовое, мезотрофного оз. Островное в 1977-1979 гг. и олиго-мезотрофного оз. Виштынецкое в 1981 г. Главное внимание было уделено выведению имаго из личинок 1У возраста и куколок по общепринятой методике [2]. Параллельно проводили сборы имаго посредством облова роев и на свет. Из озер Камышовое и Островное обработано проб бентоса 184 количественных и 27 качественных, из оз. Виштынецкого - 69 и 12 соответственно. Собрано более 1000 самцов, выведено 122 самца и 54 самки с соответствующими экзувиями личинки и куколки (LPI ♂), 31 самец и 4 самки с соответствующими экзувиями куколок (PI ♂) и 6 личинок воспитаны лишь до куколки (LP).

Ранее в оз. Виштынецком было известно 17 форм хирономид, идентифицированных по личинкам [1]. Нами установлено 65 видов, относящихся к 4 подсемействам (см. ниже). Представите-

ли рода *Procladius* явно относятся к 7 видам, но идентифицировать их не удалось из-за отсутствия определителя. Их личинки в массе встречаются во всех озерах.

Подсем. Tanypodinae

1. *Psilotanypus rufovittatus* (v.d.W.). 2 LPI ♂♂ VI 1981 г., оз. Камышовое. Личинки многочисленны в открытых участках озера.
2. *Psilotanypus imicola* K. 3 LPI ♂♂, 4 LPI ♀♀, 2 PI ♂♂ V 1981 г. Личинки многочисленны в Утином заливе – сильно евтрофированном участке оз. Виштынецкого. Массовый лет в 1-й половине мая.
3. *Procladius* 1 sp. 1 PI ♂ VIII 1981 г., оз. Виштынецкое. Личинки относительно многочисленны в крупноалевритовых илах.
4. *Procladius* 2 sp. 3 ♂♂ собраны в августе 1979 г. 1 LPI ♂ VIII 1981 г. Зона распространения сходна с предыдущим видом.
5. *Procladius* 3 sp. 1 PI ♂ V 1981 г. Куколка обнаружена на глубине 6,6 м. 1 LP V 1981 г. Личинка в мелкоалевритовом илу, на глубине 23,5 м, оз. Виштынецкое.
6. *Procladius* 4 sp. 5 LPI ♂♂, 3 LPI ♀♀, 2 PI ♂♂, 1 PI ♀ V 1981 г., оз. Виштынецкое. Массовый лет в 1-й декаде мая.
7. *Procladius* 5 sp. 1 LPI ♂, 2 LPI ♀♀ VIII 1979 г. 2 LPI ♀♀, 1 LPI ♂, 1 PI ♀ V-VI 1981 г., оз. Камышовое. 1 LPI ♂ VIII 1979 г., оз. Островное.
8. *Procladius* 6 sp. 1 PI ♂ VI 1981 г., оз. Камышовое.
9. *Procladius* 7 sp. 1 LPI ♂ VI 1981 г., оз. Камышовое. Личинки обычны в Утином заливе оз. Виштынецкого.
10. *Tanypus punctipennis* (Mg.). 12 LPI ♂♂, 5 LPI ♀♀ V-VI 1979 г., V-VI 1981 г., оз. Камышовое. Постоянно и в массе встречающийся вид.
11. *T. vilipennis* (K.). 1 LPI ♂ VI 1979 г. 2 LPI ♂♂, 1 PI ♂ VII 1981 г., оз. Виштынецкое. Обычны на крупноалевритовых илах и в Утином заливе озера.
12. *Xenopelopia faligera* (K.). 38 ♂♂ IX 1981 г., рой, оз. Виштынецкое.
13. *Ablabesmyia monilis* (L.). 76 ♂♂ VIII 1981 г., рой; 3 LPI ♂♂, 2 LPI ♀♀ VIII 1981 г., оз. Виштынецкое. Личинки обычны на песчаных грунтах, покрытых харой, рдестом, и в фитах Утиног залива озера.
14. *Ab. phata* (Eggert.). 2 LPI ♂♂, 1 PI ♂ VIII 1981 г. Там же.

Подсем. Prodiamesinae

- *15 *Monodiamesa bathyphila* K. Личинки относительно многочисленны в мелкоалевритовых илах оз. Виштынецкого на глубинах 15-45 м.

Подсем. Orthoclaadiinae

- *16. *Orthocladus ex gr. saxicola* (K.). Личинки обычны для песчаных грунтов на глубине 1–2,5 м оз. Виштынецкого.
17. *Cricotopus bicinctus* (Mg.). 1 LPI ♂ VII 1979 г. Личинки обычны в прибрежье оз. Камышового.
18. *Cr. sylvestris* (F.). 1 LPI ♂, 1 LPI ♀ VII 1981 г., оз. Виштынецкое. Личинки обычны в зарослях Утиног залива, редко – на песках и ракушечнике.
19. *Cr. laetus* Hirv. 16 ♂♂ VIII 1979 г., на свет, оз. Виштынецкое.
- *20. *Cr. flavocinctus* (K.). На песках оз. Виштынецкого.
- *21. *Psectrocladius simulans* Joh. Обычен в фитали оз. Виштынецкого.
22. *Ps. sordidellus* (Zett.). 1 LPI ♂ VIII 1981 г. Личинки обычны в фитали Утиног залива оз. Виштынецкого.
- *23. *Microcricotopus bicolor* (Zett.). Единичен. В прибрежье оз. Виштынецкого.
- *24. *Propiloscerus orielicus* Tshern. Массовый (до 1800 экз./м²) вид, часто встречающийся в оз. Виштынецком.
25. *Corynoneura edwardsi* Br. 183 ♂♂ VIII–IX 1981 г., рой, 6 LPI ♂♂, 3 LPI ♀♀ VII, IX 1981 г., оз. Виштынецкое. Личинки обычны в прибрежье, среди растительности, на глубине до 2,4 м.

Подсем. Chironominae

Триба Chironomini

26. *Camptochironomus tentans* F. 16 LPI ♂♂, 5 LPI ♀♀ V 1979 г. На серых илах Утиног залива оз. Виштынецкого. Массовый вылет в мае.
- *27. *Chironomus anthracinus* Zett. Обычен в алевритовых илах на глубине 10–30 м оз. Виштынецкого.
28. *Ch. dorsalis* (Mg.). 3 LPI ♂♂, 2 LPI ♀♀ VII 1979 г. Личинки собраны в ключе, на берегу оз. Камышового.
- *29. *Ch. pilicornis* F. Обычен для серых илов Утиног залива оз. Виштынецкого.
30. *Ch. plumosus* L. 5 LPI ♂♂, 3 LPI ♀♀, 3 PI ♂♂ V–VIII 1979 г. Личинки доминируют в открытой части оз. Камышового, 90–95% от общей биомассы хирономид. Частота встречаемости – 100%. Максимальная плотность была отмечена в июне 1977 г. – 2200 экз./м².
- *31. *Cryptochironomus ex gr. defectus* K. Личинки относительно многочисленны (до 720 экз./м²) преимущественно на серых илах и песках оз. Виштынецкого.
- *32. *Cryptochironomus vulneratus* (Zett.). Личинки относительно многочисленны (до 1800 экз./м²) на заиленных

* Только личинки.

- песках, ракушечнике оз. Виштынецкого преимущественно на небольших глубинах.
33. *Cryptocladopelma viridula* (F.). 3 LPI ♂♂ VII 1979 г., оз. Островное, 1 ♂ VII 1981 г., на свет, оз. Виштынецкое. Личинки в прибрежье оз. Островного и в Утином заливе оз. Виштынецкого.
 34. *Einfeldia carbonaria* (Mg.). 2 LPI ♂♂ VII 1979 г., оз. Островное. Личинки многочисленны (до 3080 экз./м²) в прибрежье оз. Островного и в серых илах Утиног залива оз. Виштынецкого.
 35. *E. pagana* (Mg.). 1 LPI ♂ VII 1979 г. Личинки относительно многочисленны (до 1920 экз./м²) на серых илах Утиног залива оз. Виштынецкого.
 36. *Endochironomus albipennis* (Mg.). 9 LPI ♂♂, 17 LPI ♀♀, 3 LP VIII 1979 г., VIII 1981 г. В массе среди фитали оз. Виштынецкого.
 37. *Glyptotendipes paripes* Edw. 1 LP VI 1979 г., оз. Камышовое. Личинки многочисленны в прибрежье на глубине до 1,5 м.
 38. *Gl. glaucus* (Mg.). 1 LPI ♂ VI 1979 г., оз. Камышовое.
 39. *Gl. manciunianus* Edw. 2 LPI ♀ VIII 1981 г., оз. Виштынецкое. Личинки относительно многочисленны среди растительности.
 40. *Parachironomus vitiosus* G. 1 LPI ♂ VIII 1979 г., оз. Виштынецкое. Личинки обычны на песках и редко на серых илах Утиног залива.
 - *41. *Dicrotendipes ex. gr. nervosus* (Staeg.). Озера Камышовое, Островное, Виштынецкое. Личинки многочисленны в прибрежье, на илах, заиленных песках, среди растительности.
 42. *D. tritonus* K. 1 LP VII 1981 г. Личинки относительно многочисленны. Распределение как у предыдущего вида.
 43. *Microtendipes pedellus* (De Geer.). Многочисленные ♀♀ и ♂♂ V-VI 1981 г., рой; 15 LPI ♂♂, 8 LPI ♀♀, 5 PI ♂♂ V-VI 1981 г., оз. Виштынецкое. Личинки многочисленны (до 11 280 экз./м²) на песке и заиленном ракушечнике.
 44. *Polypedilum bicrenatum* K. 1 PI ♂ VII 1981 г., оз. Виштынецкое. Личинки многочисленны (до 6520 экз./м²) на песках в прибрежье.
 - *45. *P. nubeculosum* (Mg.). Личинки обычны в Утином заливе оз. Виштынецкого; часто встречаются в прибрежье озер Камышового и Островного.
 - *46. *P. convictum* (Walk.). Личинки обычны в прибрежье озер Камышового и Островного.
 47. *Sergentia longiventris* K. 1 LPI ♂ IX 1981 г., оз. Виштынецкое. Массовый вид профундали на глубине 13-46 м. Наибольшая плотность личинок - 2720 экз./м².
 48. *Stictochironomus crassiforceps* (K.). Многочисленные ♂♂ и ♀♀ V 1979 г., V 1981 г. 25 LPI ♂♂, 7 LPI ♀♀,

- 14 PI ♂♂ V 1979 г., V 1981 г., оз. Виштынецкое. Массовый вид. Наибольшая плотность личинок – 6800 экз./м².
- *49. *Pseudochironomus prasinatus* (Staeg.). Очень редок. Личинки на песках оз. Виштынецкого.

Триба Tanytarsini

50. *Cladotanytarsus mancus* (Walk.). 3 ♂♂ собраны при облове роя *Corynoneura edwardsi* Br., VIII 1981 г., оз. Виштынецкое. Личинки многочисленны (до 8160 экз./м²) в прибрежье озер Виштынецкого, Камышового, Островного, среди зарослей.
51. *Paratanytarsus tenuis* (Mg.). 1 PI ♂ VIII 1981 г., оз. Виштынецкое. Личинки обычны в Утином заливе.
52. *Tanytarsus* ex gr. *lestagei* G. 68 ♂♂, рой, VIII 1979 г., VIII 1981 г., оз. Виштынецкое.
53. *T. holochlorus* Edw. 1 PI ♂ IX 1981 г., оз. Виштынецкое.
54. *T. lugens* K. 62 ♂♂, рой, IX 1981 г., оз. Виштынецкое.
55. *T. gregarius* (K.). 27 ♂♂, рой, VI, IX 1981 г., оз. Виштынецкое.
56. *T. debilis* (Mg.). 18 ♂♂, рой, VI 1981 г., оз. Виштынецкое.
57. *T. verralli* G. 46 ♂♂, рой, VI 1981 г., оз. Виштынецкое. Наблюдали совместное роение с *Microtendipes pedellus* (de Geer).
58. *T. usmäensis* Pag. 65 ♂♂, рой, VI 1981 г., VIII 1979 г., оз. Виштынецкое.
59. *T. miriforceps* K. 38 ♂♂, рой, V 1981 г., оз. Виштынецкое.
60. *T. niger* Anders. 12 ♂♂, на свет, V 1981 г., оз. Виштынецкое.
61. *T. pallidicornis* Walk. 7 ♂♂, на свет, VI 1979 г., оз. Виштынецкое.
62. *Corynocera ambigua* Zett. Личинки многочисленны (до 9600 экз./м²) на серых илах Утиног залива оз. Виштынецкого.
- *63. *Lauterbornia* sp. Личинки относительно многочисленны (до 840 экз./м²) на алевроитовых илах, на глубине 13–45 м оз. Виштынецкого.
64. *Micropsectra praesox* Mg. 12 ♂♂, на свет, V 1981 г., оз. Виштынецкое.
65. *Micropsectra contracta* Reiss. 23 ♂♂, рой, V 1979 г., оз. Виштынецкое.

Л и т е р а т у р а

1. Мордухай-Болтовская Э.Д., Иванов П.И., Машинiec И.П. Зоопланктон и зообентос оз. Виш-

- тынецкого. — В кн.: Биология рыб и водных беспозвоночных морских и внутренних водоемов. Калининград, 1981, с. 38–53.
2. Ш и л о в а А.И. Хирономиды Рыбинского водохранилища, Л., 1976. 253 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.555.6. (285.2) + 574.587 : 57.087.1

А.И. Б а к а н о в, И.К. С т е п а н о в а,
В.А. Р о м а н е н к о

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРОГО ИЛА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Неравномерность распределения животных по биотопу вызывается неоднородностью (гетерогенностью) среды обитания, внутри- и межвидовыми взаимодействиями и случайными флуктуациями. Для выяснения влияния первой группы факторов на микрораспределение пресноводного макрозообентоса нами собирался материал одновременно по химическим, гидробиологическим и микробиологическим характеристикам грунта. Для изучения был выбран биотоп серых русловых илов в Волжском плесе Рыбинского водохранилища на глубине 14–16 м. В июне 1979 г. с помощью многотрубного дночерпателя ДЧТ-6/25 [1] отобраны пробы на 30 станциях. Определялись следующие характеристики грунта: биомасса (мг/пробу) и численность (экз./пробу) хирономид, олигохет и общего бентоса; численность бактерий (млрд. кл./1 г сырой массы грунта); содержание общего азота (мкг $N_{\text{общ}}$ /г сухого ила); общего углерода (мкг $C_{\text{общ}}$ /г сухого ила); углеводоподобных соединений (УПС); углеводоподобных соединений в гидролизатах (УПС_{гидр}); водорастворимых полисахаридов (ВРПС); общего фосфора ($P_{\text{общ}}$); фосфора в гидролизатах ($P_{\text{гидр}}$); отношение в % C/N , C углеводов / C органический. Использовались стандартные гидробиологические методики. Количество бактерий определялось методом прямого счета.

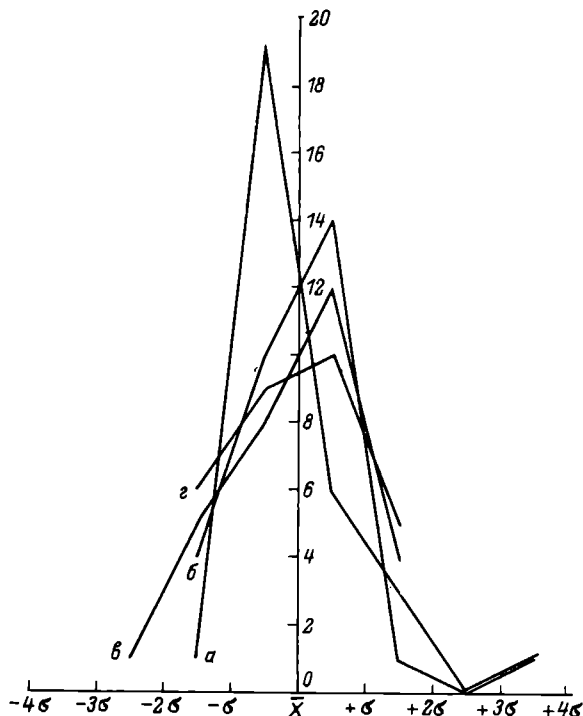
Задачей первого этапа исследований было определение характера статистического распределения изучаемых характеристик, их варибельности, оценка ошибок репрезентативности.

По критерию Колмогорова–Смирнова, λ (см. таблицу) [2] не отвергается гипотеза, что изучаемые характеристики имеют нормальное распределение. Это позволяет применять к ним стандартные процедуры статистических расчетов. Величины показателя дисперсии $D = \sigma^2 / \bar{x}$, где σ – среднеквадратическое отклонение, \bar{x} – средняя арифметическая, достоверно превышающие 1, свидетельствуют, что характеристики большинства рядов распределены агрегированно; ряды 3 и 11 – случайно, ряды 8 и 17 – относительно равномерно.

Статистические показатели характеристик грунта

Ряд	Характеристика	\bar{x}	σ	CV	L_{CV}	λ	$S_{\bar{x}}$	$S_{\bar{x}} \%$	D
1	$C_{\text{общ}}$	60348	19995	33.1	25-42	0.95	3650	6.0	6625
2	$N_{\text{общ}}$	3895	1327	34.1	25-43	0.31	242	6.2	452
3	C/N	16.1	5.2	32.4	24-41	1.02	0.95	5.9	1.7
4	УПС	16340	4904	30.0	22-38	0.50	895	5.5	1472
5	УПС _{гидр}	14879	4983	33.5	25-42	1.28	910	6.1	1669
6	ВРПС	2759	543	19.7	14-25	0.26	99.1	3.6	107
7	$C_{\text{угл}}$	6192	1970	31.8	23-40	0.37	360	5.8	627
8	$C_{\text{угл}}/C_{\text{орг}}$	11.2	1.8	16.2	12-20	0.39	0.33	3.0	0.29
9	$P_{\text{общ}}$	1062	259	24.4	18-31	0.50	47.4	4.5	63
10	$P_{\text{гидр}}$	917	160	17.5	13-22	0.16	29.2	3.2	28
11	Хирономиды, ч.	2.37	1.56	66.1	49-83	0.78	0.29	12.1	1.03
12	б.	40.9	32.5	79.6	59-100	0.67	5.9	14.5	26
13	Олигохеты, ч.	66.6	30.9	46.3	34-58	0.77	5.6	8.5	14
14	б.	87.6	60.0	68.5	51-86	1.30	11.0	12.5	41
15	Общий бентос, ч.	70.2	31.8	45.3	33-57	0.78	5.8	8.3	14
16	б.	129.9	70.2	54.1	40-68	0.94	12.8	9.9	38
17	Бактерии	3.22	1.26	39.1	29-49	0.35	0.23	7.1	0.5

П р и м е ч а н и е. ч. — численность, б. — биомасса.



Эмпирические распределения некоторых характеристик грунта.

а - C/N , б - $C_{угл} / C_{орг}$, в - ВРПС, г - бактерии. По оси ординат - количество проб, попадающих в данные интервалы; по оси абсцисс - интервалы значений характеристик.

Различная степень неравномерности распределения видна и на графиках эмпирических распределений (см. рисунок). Расчет критерия соответствия Пирсона, χ^2 , [2] также подтвердил эти данные, т.е. не отверг гипотезу, что ряды 3 и 11 распределены по закону Пуассона, а ряды 8 и 17 - по положительному биномиальному закону. Такое распределение позволяет предположить, в частности, что количество бактерий в грунте изучаемого участка близко к максимальному возможному для данных условий.

Значения абсолютных, $S_{\bar{x}}$, и относительных, $S_{\bar{x}}\%$, стандартных ошибок средних арифметических показывают, что точность определения химических характеристик грунта (3-6,2%) наиболее высока. Наименее точно определяется биомасса олигохет и хирономид (12,5 и 14,5%), что является следствием сильной вариабельности этих характеристик, оцениваемой коэффициентом вариации, CV . Ошибка определения количества бактерий в грунте значительно меньше, чем в почвах, где она может достигать 80% [6]. Поскольку при

увеличении количества проб в 4 раза ошибка репрезентативности уменьшается примерно в 2 раза, то точность наших данных по $C_{\text{общ}}$ примерно такая же, как и у В.Е. Стрельцова с соавторами [4], где она для грунтов морской литорали составляет 17–18% при 6–8 станциях. Точность определения аналогичных гидрохимических характеристик в воде по сравнению с грунтом обычно бывает выше вследствие ее большей гомогенности, например в озерах Эстонии и Карельского перешейка, при взятии от 4 до 14 проб стандартная ошибка определения C не превышала 1.67% [3].

При определении содержания C в грунтах желательно выяснить, какая часть его приходится на бентосные организмы и бактерии. В морских осадках эта величина может достигать 10–30% [5]. В нашем случае она значительно меньше – от долей процента до 2–3%, что гораздо меньше ошибки репрезентативности, поэтому ее можно отдельно не учитывать.

Представляет интерес вопрос точности данных, полученных по одной отдельной пробе. Значение ее определяется доверительным интервалом для коэффициента вариации, L_{CV} . Например, одна проба, взятая на сером иле при данном уровне вариабельности, оценивает содержание C с точностью до 25–42%, а биомассу хирономид – с точностью до 59–100% (см. таблицу). Следовательно, при проведении комплексных исследований зависимости распределения бентоса от характеристик грунта точность результатов лимитируется в первую очередь ошибками в оценке гидробиологических параметров.

Полученные нами величины ошибок средних арифметических позволяют оценить степень корреляционных зависимостей между характеристиками грунтов, если такие зависимости не слишком малы.

Л и т е р а т у р а

1. Б а к а н о в А.И. Новые модели дночерпателей и оценка агрегированности бентоса. – Гидробиол. журн., 1979, т. 15, вып. 3, с. 87–93.
2. П л о х и н с к и й Н.А. Биометрия. М., 1970. 367 с.
3. Р у м я н ц е в а Э.А. Опыт использования оптико-акустического газоанализатора для определения органического углерода в воде ампульным методом. – В кн.: Эвтрофирование мезотрофного озера. Л., 1980, с. 209–214.
4. С т р е л ь ц о в В.Е., А г а р о в а И.Я., Г у р е в и ч В.И., П а в л о в а Л.Г. Экологическая структура песчаной литорали в одной из бухт Восточного Мурмана. – В кн.: Донные отложения и биогеоценозы Баренцева и Белого морей. Апатиты, 1974, с. 142–158.
5. С т р е л ь ц о в В.Е., А г а р о в а И.Я., П е т у х о в В.А. Зообентос и оценка органического вещества в морских донных осадках песчаной литорали Дальнего Пляжа (Баренцево море). – В кн.: Донные отложения и биогеоценозы Баренцева и Белого морей. Апатиты, 1974, с. 129–141.

6. H i s s e t t R., G r a y T.R.G. Microsites and time changes in soil microbe ecology. - In: The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes. Oxford, 1976, p. 23-39.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 57.047 : 574.5 + 593.1

°
П.П. У м о р и н

УЧАСТИЕ ПРОСТЕЙШИХ В КРУГОВОРОТЕ БИОГЕНОВ И САМООЧИЩЕНИИ ВОДОЕМОВ

Основная составная часть процессов самоочищения водоемов - разрушение, или минерализация, растворенного органического вещества (РОВ), которая осуществляется главным образом бактериями. Возможная роль простейших в разрушении бактериями РОВ до последнего времени оставалась невыясненной, так как исследователи, работавшие в этой области, получили противоречивые результаты [2, 3]. Авторы считали, что простейшие могут или только ускорять, или только замедлять деструкцию РОВ. Между тем еще в 1935 г. А.Л. Бродский [1] высказал предположение, что простейшие способны играть двоякую роль в осуществляемых бактериями процессах в зависимости от условий. Кроме того, вопрос о роли простейших в разрушении РОВ рассматривался вне связи участия этих организмов в круговороте биогенных элементов.

Нами была предпринята попытка выяснить влияние простейших на процесс разрушения РОВ бактериями при различном содержании в среде биогенных элементов. Изучалось влияние различных видов инфузорий и бесцветных жгутиконосцев на скорость деструкции бактериями фенола и глюкозы (как моделей РОВ) в накопительных и проточных культурах на среде, богатой азотом, и при его недостатке [4-7]. Обобщение полученных результатов позволяет представить следующие закономерности взаимоотношений бактерий и простейших и участия последних в круговороте биогенов и разрушении РОВ (см. рисунок).

Для успешного развития бактерий и разрушения ими РОВ в воде необходимы биогенные элементы. Потребление РОВ и биогенов бактериями идет одновременно. От интенсивности поглощения последних зависит скорость потребления РОВ. Поэтому при поступлении биогенов извне бактерии активно минерализуют РОВ без участия простейших (см. рисунок сверху слева; размер прямоугольников соответствует величине изображаемых ими компонентов системы, а ширина стрелок - скоростям процессов). Простейшие в этих оптимальных для бактерий условиях могут лишь замедлять разрушение

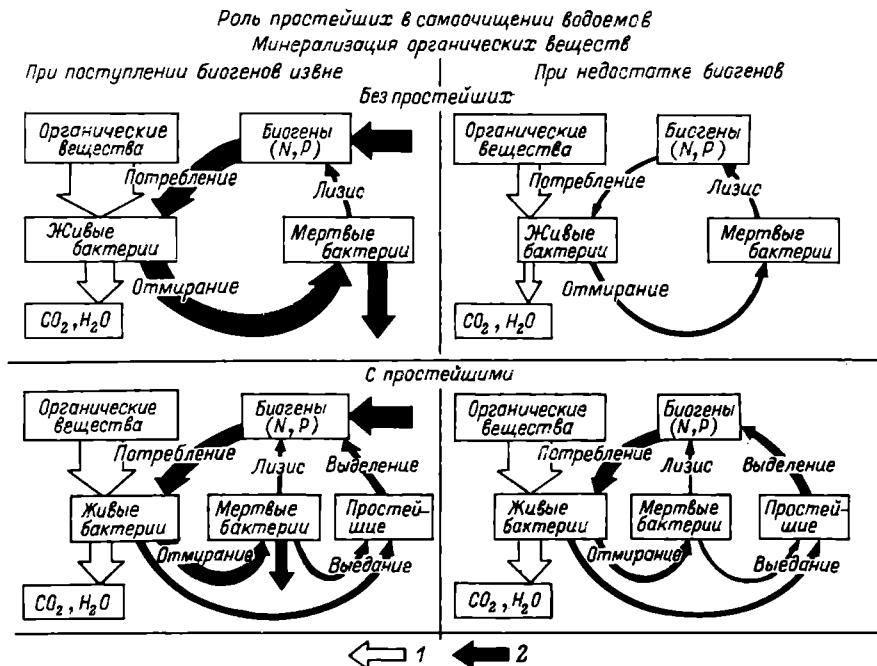


Схема участия простейших в круговороте биогенов и деструкции РОВ.

1 – минерализация органических веществ; 2 – поток биогенов.

РОВ, снижая численность бактерий путем их поедания (см. рисунок, внизу слева). При обеспеченности биогенами их круговорот не имеет решающего значения и минерализация РОВ осуществляется в основном за счет транзита биогенов через популяцию бактерий.

При недостатке биогенов разрушение РОВ идет лишь за счет круговорота биогенов, который в системе с одними бактериями происходит очень медленно, так как лизис погибших бактерий, при котором из их клеток высвобождаются биогены, – относительно медленный процесс. При этом живые бактерии существуют за счет продуктов, образовавшихся при лизисе мертвых клеток, составляющих основную часть бактериальной популяции (см. рисунок, справа; здесь скорость разрушения РОВ наименьшая). В присутствии простейших круговорот биогенов существенно ускоряется, поскольку простейшие, поедая живых и мертвых бактерий, в процессе метаболизма выделяют биогены в воду значительно быстрее, чем это происходит при лизисе погибших бактерий. На схеме (внизу справа) видно, что для потока биогенов появляются дополнительные параллельные пути. Соответственно ускорению регенерации биогенов увеличивается и скорость разрушения РОВ. Хотя общая численность

бактерий снижается в результате выедания, соотношение количества живых и мертвых бактерий изменяется в сторону увеличения первых. Такое „омоложение“ бактериальной популяции наблюдается лишь при недостатке биогенов и в результате создания простейшими условий, более благоприятных для бактерий.

Таким образом, простейшие могут как замедлять, так и ускорять разрушение РОВ в зависимости от условий содержания биогенов в среде. В природных водоемах, где, как правило, наблюдается недостаток биогенов, простейшие, очевидно, являются важным агентом, способствующим их самоочищению.

Л и т е р а т у р а

1. Б р о д с к и й А.Л. Современное состояние вопроса о роли простейших в почве. – Природа, 1935, № 1, с. 37–41.
2. К р ю ч к о в а Н.М. Роль простейших в процессах самоочищения водоемов. – Успехи соврем. биол., 1968, т. 35, вып. 3, с. 466–476.
3. Н и к о л о в В.Ф., Т а л и м с к а я Н.В. Роль простейших в почвенных процессах. Ташкент, 1976. 89 с.
4. У м о р и н П.П. Разрушение фенола системой „хищник–жертва“. – Журн. общ. биол., 1974, т. 35, № 1, с. 119–125.
5. У м о р и н П.П. Взаимоотношения бактерий и жгутиконосцев при разрушении органического вещества. – Журн. общ. биол., 1976, т. 37, № 6, с. 831–835.
6. У м о р и н П.П. Роль простейших в разрушении растворенного органического вещества. – В кн.: Биология низших организмов. Рыбинск, 1978, с. 137–158.
7. У м о р и н П.П., К л а й н Н.П. Влияние простейших на разрушение органического вещества бактериями. – Журн. общ. биол., 1977, т. 38, № 4, с. 573–580.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 593.16 : 57.083.13

А.П. М ы л ь н и к о в

ВЫДЕЛЕНИЕ И КУЛЬТИВИРОВАНИЕ СВОБОДНОЖИВУЩИХ АНАЭРОБНЫХ БЕСЦВЕТНЫХ ЖГУТИКОНОСЦЕВ

В настоящее время культивируется лишь 2–3 вида свободноживущих анаэробных жгутиконосцев. Так, Эйден и Викерман [6] выращивали *Treponomas agilis* в пробирках с добавлением бактерий *Aerobacter aerogenes* в высоком столбе питательной жид-

кости. Лэки [8] культивировал полимастигин и тетрамитусов в сточной жидкости. Однако актуальной остается задача выделения и поддержания в культуре наиболее распространенных и показательных в отношении сапробности видов.

Эти организмы распределены в водоемах мозаично и достигают наибольшей численности в местах с большим количеством бактерий, пониженным окислительно-восстановительным потенциалом (E_h) [2, 8, 9, 11, 12].

Для выделения жгутиконосцев нами использована вода из очистных сооружений пос. Борок Ярославской обл. и проб Ивановского водохранилища. Всего выделено 15 видов из отрядов *Retortamonadida*, *Diplomonadida*, *Rhizomastigida*. Для длительного музейного культивирования оказались пригодными следующие виды: *Tetramitus pyriformis*, *T. spinosus*, *Chilomastix undulata*, *Trigonomonas tortuosa*, *T. inflata*, *Trepomonas agilis* var. *communis*, *T. a.* var. *simplex*, *Hexamita inflata*, *H. fissa*, *Mastigamoeba* sp. Из них 5 видов – показатели полисапробной зоны [12].

Выделение чистых культур жгутиконосцев производилось при помощи микроманипулятора ММ-1 и микропипетки, укрепленной на шприце „Рекорд“. Отсаживание производили из капли пробы в каплю культуральной среды, которую переносили в микроаквариум или пробирку со средой. Микроаквариум представлял собой прикрепленный к предметному стеклу цилиндр высотой 6 мм и диаметром 10 мм, который герметизировался покровным стеклом, смазанным вазелином. Пузырьки воздуха вытеснялись при закрывании. В таком сосуде удобно вести наблюдения за развитием анаэробных жгутиконосцев. Во время указанных манипуляций большая часть жгутиконосцев погибала из-за насыщения среды кислородом из воздуха. Поэтому отсаживание производили в минимально короткое время.

Все выделенные жгутиконосцы развиваются на среде Пратта, в аквариумной и прудовой воде, но лучше на воде из вторичных отстойников (очистные сооружения пос. Борок). Это связано с тем, что именно фауна вторичных отстойников наиболее богата видами анаэробных зоофлагеллят [1]. Эта вода содержит сопутствующие виды бактерий и богата органическим веществом.

Для выделенных видов использовали в качестве органических добавок пептон или мясо-пептонный бульон в концентрации 1 мг/мл, а также погибшие 2–3 личинки хирономид на 1 мл среды. Пептон служил подходящим источником питания для сапрофитных бактерий и снижал величину E_h . Другие добавки – глюкоза, сахараза, дрожжевой автолизат – не дают стабильных результатов.

После добавления органических веществ среда (вода из очистных сооружений) подвергалась кратковременному нагреву до 60 °С. Простейшие в среде погибали. Затем начиналось интенсивное размножение бактерий. С течением времени они снижали значение E_h [3]. Бактерии служили пищей для жгутиконосцев [7, 10]. Через 3 сут после указанной термической обработки среда засевалась жгутиконосцами.

Культивирование жгутиконосцев производилось методом пересевов на свежую питательную среду. Все виды пересевались каждые 3 мес в пробирки с добавлением 1–2-сантиметрового слоя 2%-ного агара на поверхности жидкости или в пенициллиновые склянки емкостью 13,5 мл с наглухо закрывающимися пробками. При данном методе среда защищена от соприкосновения с кислородом из воздуха.

Для развития культур анаэробных жгутиконосцев характерна лаг-фаза продолжительностью до 3–5 сут и более [1]. Время удвоения их численности равнялось 24–40 ч. Численность бактерий составляла 0,1–1 млрд./мл. Жгутиконосцы переставали размножаться, когда их численность достигала максимума. Угнетение размножения их в первую очередь связано с накоплением метаболитов простейших и бактерий. При разбавлении культуры средой Пратта жгутиконосцы вновь начинали размножаться, хотя численность бактерий уменьшалась, а pH и E_h существенно не изменялись. Для замедления развития культур сосуды с ними помещали в термостат с температурой 5–10 °C.

Исследованные анаэробные жгутиконосцы развивались лишь в пределах rH_2 6–16 и pH 6,0–7,5. Изменение rH_2 до 18–20 и выше приводит к быстрой гибели этих организмов. Такая реакция жгутиконосцев к окислительно-восстановительным условиям объясняется, вероятно, токсическим действием кислорода при повышении водородного показателя rH_2 [8]. Опыт культивирования этих жгутиконосцев объясняет особенности распространения их в водоемах повышенной сапробности и дефицитом кислорода [11, 12], в том числе на дне водоемов, где rH_2 нередко достигает 12–19 [4].

Вышеизложенное соответствует тому, что у *Treptomonas agilis*, *Hexamita inflata* и других гексамитид не обнаружены органоиды аэробного дыхания (митохондрии) [5, 6].

Таким образом, продемонстрирована возможность выделения и культивирования большого разнообразия видов анаэробных простейших. Многие из них используются в изучении санитарного состояния водоемов [12].

Л и т е р а т у р а

1. М ы л ь н и к о в А.П. Анаэробные поли- и ризомастигины некоторых полисапробных зон. – В кн.: Биология низших организмов. Рыбинск, 1978, с. 128–136.
2. М ы л ь н и к о в А.П. Бентосные бесцветные жгутиконосцы Ивановского водохранилища (*Zoomastigophorea Calkins, Protozoa*). – В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1978, № 39, с. 13–18.
3. Р а б о т н о в а И.Л. Роль физико-химических условий в жизнедеятельности микроорганизмов. М., 1957. 273 с.
4. Р ы б и н с к о е водохранилище. Л., 1972. 364 с.

5. B r u g e r i l l e G. Contribution a l'etude cytologique et phyletique des Diplozoaires (Zoomastigophorea, Diplozoa, Dangeard, 1910). III. Etude ultrastructurale du genre Hexamita (Dujardin, 1838). - Protistologica, 1974, vol. 10, p. 83-90.
6. E y d e n B.P., V i c k e r m a n K. Ultrastructure and vacuolar movements in the free-living diplomonad Trepomonas agilis Klebs. - J. Protozool., 1975, vol. 22, N 1, p. 54-66.
7. K l e b s G. Flagellatenstudien. I. - Z. wiss. Zool., 1893, Bd 55, S. 265-351.
8. L a c k e y J.B. Oxygen deficiency and sewage Protozoa with description of some new species. - Biol. Bull., 1932, vol. 63, N 1, p. 287-295.
9. L a c k e y J.B. A study some ecologic factors affecting the distribution of protozoa. - Ecol. Monographs, 1938, vol. 8, N 4, p. 501-524.
10. L e m m e r m a n n E., A l g e n I. - In: Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Leipzig, 1910, S. 1-712.
11. S l a d e c e k V.V. Vier metasprobe Assoziationen der farblose Flagellaten. - Arch. Protistenkunde, 1972, Bd 114, S. 245-247.
12. S l a d e c e k V.V. System of water quality from the biological point of view. - Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol., 1973, vol. 7, p. 1-218.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.522 : 591(28)

Е.П. Р о м а н о в а

ИНТЕНСИВНОСТЬ ОБМЕНА EUDIAPTOMUS GRACILIS SARS И EUDIAPTOMUS GRACILOIDES (LILL.)

Eudiaptomus gracilis Sars и *Eudiaptomus graciloides* (Lill.) встречаются в планктоне Саратовского водохранилища практически весь год, имея наибольшую численность в августе-сентябре [1, 6].

Исследования по интенсивности обмена *Diaptomus graciloides* проводились А.П. Щербаковым [7] при 20 °С в аппаратах разного типа. При этой же температуре Комита [8] определял скорость дыхания у *D. siciloides*, *D. oregonensis*, *D. lep-*

topus, *D. clavipes* (см. таблицу). А.П. Остапеня с соавторами [3] изучал траты на обмен у *D. graciloides* в условиях подледного существования.

Л.М. Сушеня [4] на основе литературных источников рассчитал формулу, связывающую скорость обмена и массу у всех копепоид — как морских, так и пресноводных: $Q = 0,200 W^{0.177 \pm 0.003}$, где Q — потребление кислорода, мл O_2 / (экз. · ч), W — масса, г. Кроме того, установлено, что нижний порог кислородного насыщения, при котором диаптомусы начинают погибать, 0,6 мг O_2 / л. При концентрации 1,8 мг O_2 / л и ниже рачки угнетены, практически не питаются [2]. Потребление кислорода планктерами зависит от их физиологического состояния: голодные самки потребляют кислород на 20–60% меньше, чем сытые, накормленные особи.

Летом 1977 г. в нижнем бьефе Волжской ГЭС им. В.И. Ленина изучали скорость обмена *Eudiaptomus gracilis* и *E. graciloides*. Ввиду того что отделять их друг от друга при разборе живой пробы сложно, дыхание этих рачков определяли совместно.

Животных отлавливали сетью Джудея (газ № 64), измеряли под бинокуляром и разбирали по размерным классам с интервалом 0,1 мм. Организмы отмывали от водорослей и перед началом опыта на 2–4 ч помещали в профильтрованную воду. Затем респирометры (объем 11–13 мл) с диаптомусами опускали в водоем на глубину 1 м, где выдерживали в течение 24 ч. Плотность посадки рачков в каждой склянке составляла 2–5 экз. для половозрелых особей, 10–12 экз. для старших копепоидитных стадий и 15–20 экз. для младших. Одновременно с опытом ставили контроль на бактериальную деструкцию, которая в среднем была 2–3%. Кислород измеряли микрометодом Винклера [5]. Данные, полученные при температуре 17–21°C, приводили к стандартной — 20°C [4]. Массу определяли по формуле $W = 0,036 l^{2.701}$ (W — масса, мг, l — длина, мм), рассчитанной А.Ф. Тимохиной на основе экспериментальных данных, полученных в этом же районе. Всего проведено 42 опыта.

Полученные данные по интенсивности потребления кислорода у диаптомусов позволили методом наименьших квадратов рассчитать уравнение зависимости скорости обмена (Q , мл O_2 / (экз. · ч)) от массы (W , мг) $Q = \underline{a} W^k$: $Q_1 = 0,0818 W^{0.778}$; $Q_2 = 0,0896 W^{0.781}$, где Q_1 получена при температуре воды водоема 17–21°C, величина Q_2 приведена к 20°C. Показатель степени очень близок к величине k , найденной Л.М. Сушеней [4] для копепоид, но коэффициент \underline{a} в 2 с лишним раза меньше, чем приводит этот автор. Сравнение величин Q , полученных нами в опыте, с вычисленными по уравнению Сушеня для рачков тех же масс показали, что экспериментальные характеристики скорости потребления кислорода в 2–3 раза меньше, чем рассчитанные по уравнению для копепоид. Возможно, это связано с тем, что формула Сушеня отражает зависимость потребления кислорода от массы для всех копепоид, включая и циклопид, и морских копепоид. Кроме того, данные, на основе которых рассчитано это уравнение, получены при помощи различных методик. Все это вместе взятое, по-видимому,

Вид	Методика	l , мм	W , мкг	Q , мкл O_2 / (экз. ч)	Литературный источник
<i>Diaptomus graciloides</i>	♀ Аппарат Скадовского	1.24	99,3	0.0825	[7]
	♂ То же	1.14	55,5	0.06655	[7]
	♀ Респиrometer Фенна	1.24	99,3	0.07527	[7]
	♂ То же	1.14	55,5	0.05492	[7]
	Склянки с притертой пробкой	1.04±0.005	—	0.01772	[3]
	То же	1.04±0.005	—	0.02108	[3]
	" "	1.04±0.005	—	0.01981	[3]
<i>D. siciloides</i>	" "	0.80	—	0.075	[8]
<i>D. oregonensis</i>	" "	1.01	—	0.064	[8]
<i>D. leptopus</i>	" "	1.42	—	0.178	[8]
<i>D. clavipes</i>	" "	1.55	—	0.211	[8]

может объяснить различие между опытными и рассчитанными на основе формулы данными. Кроме того, на потребление кислорода влияет и пищевой фактор. Как нами установлено для дафний, траты на обмен у них в разные годы при разных пищевых условиях отличаются на 15–25%.

Наиболее близки величины скорости дыхания *E. gracilis* и *E. graciloides* из Саратовского водохранилища к интенсивности обмена *E. graciloides* из оз. Белого [7], они всего на 17–27% ниже, чем получил А.П. Щербаков [7]. По методике постановки опытов, по температуре воды в эксперименте, по видовой принадлежности животных наши условия наиболее сопоставимы с условиями опытов автора. Вероятно, поэтому расхождение в результатах совсем незначительно.

Статистические характеристики уравнений связывают скорость обмена и массу у *E. gracilis* и *E. graciloides*:

Скорость потребления O_2	σ_Q	σ_W	r	σ_k	σ_a
Q_1	0.229	0.248	0.843	0.0786	0.123
Q_2	0.225	0.248	0.863	0.0725	0.114

где a , k — константы уравнения, r — коэффициент корреляции.

Высокий коэффициент корреляции в обоих случаях указывает на тесную зависимость между скоростью обмена и массой у диаптомусов.

Л и т е р а т у р а

1. Д з ю б а н Н.А., У р б а н В.В. Сезонные изменения зоопланктона в прибрежье Куйбышевского водохранилища. - В кн.: Матер. Первой конф. по изучению водоемов бассейна Волги. „Волга-1”. Куйбышев, 1971, с. 135-146.
2. М а л о в и ц к а я Л.М. Летальные значения активной среды (рН) и концентрации кислорода для *Eudiaptomus gracilis* Sars, *Eudiaptomus graciloides* (Lill.) (Copepoda, Calanoida). - Бюл. Ин-та биол. водохр., 1961, № 11, с. 13-16.
3. О с т а п е н я А.П., Б а б и ц к и й В.А., П а в л ю т и н А.П., П е ч е н ь Г.А. Интенсивность обмена *Diaptomus graciloides* (Lill.) при низкой температуре. - Гидробиол. журн., 1969, т. 5, № 5, с. 121-124.
4. С у щ е н я Л.М. Интенсивность дыхания ракообразных. Киев, 1972. 195 с.
5. С т р о г а н о в Н.С., Б у з и н о в а Н.С. Гидрохимия. М., 1969. 170 с.
6. Т и м о х и н а А.Ф. Зоопланктон в нижнем бьефе Волжской ГЭС им. В.И. Ленина в 1974-1975 гг. - В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1978, № 37, с. 33-38.
7. Ш е р б а к о в А.П. О поглощении кислорода некоторыми планктонными ракообразными. - Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1935, вып. 19, с. 67-87.
8. С o m i t a G.W. Oxygen consumption in *Diaptomus*. - Limnol., Oceanogr., 1968, vol. 13, N 1, p. 51-58.

Куйбышевская станция

Института биологии внутренних вод АН СССР

УДК 597.0/5

С.Н. Г о с т е в, С.В. К о з л ђ в с к и й

О ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПОПУЛЯЦИИ ЛЕША САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Исследования последних лет показали [4], что в водохранилищах бассейна Волги популяции рыб существуют в форме „отдельных территориальных единиц - локальных стад”. Экологические группировки особи которых проявляют высокую дифференциацию в отправлениях жизненно важных функций (размножение, питание и т.д.), более

Т а б л и ц а 1

Возрастные изменения индекса сердца леща Саратовского водохранилища

Возраст, лет	3	4	5	6	7	8	9
Средний индекс сердца	0,859	0,928	0,782	0,800	0,817	0,910	0,904
Количество	4	21	24	44	28	5	1

полно осваивают среду обитания. В то же время в известной степени облегчается изучение различных вопросов биологии и экологии вида. Особи локальных стад в процессе приспособления к конкретным условиям обитания приобретают достоверные различия в биологических признаках, морфологии, поведении, ритмах жизнедеятельности.

Материал для настоящей статьи был собран в октябре–ноябре 1979 г. на трех участках Саратовского водохранилища – верхнем (от плотины ГЭС им. В.И. Ленина до устья р. Самары), среднем (до устья р. Чагры), нижнем (до плотины Саратовской ГЭС). Рыба бралась из опытных траловых и неводных уловов. Определение размеров, массы, пола, стадии зрелости, возраста проводилось по общепринятым методикам [5]. Коэффициенты корреляции, средние величины, различия средних значений, достоверность различий рассчитывались по общепринятым методикам [3, 5].

Саратовское водохранилище коренным образом отличается от других водоемов волжского каскада. По своему облику и конфигурации оно более напоминает медленно текущую реку, чем водохранилище [1]. Скорости течения в нем довольно велики, но сильно различаются по участкам [2]. Неоднородность гидродинамических условий различных участков водоема способствует изоляции локальных стад рыб. В реке и водохранилище речного типа популяция вида обычно представлена множеством локальных стад с резко обособленными нерестовыми участками и перекрывающимися участками нагула и зимовки [1].

В настоящее время при решении многих вопросов экологии рыб применяется метод морфофизиологических индикаторов [7]. В ряде работ [6–8] доказано, что индексы внутренних органов могут быть использованы как индикаторы различий при изучении дифференцировки популяций рыб.

В нашей работе при изучении популяции леща Саратовского водохранилища в качестве индикатора мы использовали индекс сердца как один из наиболее универсальных показателей [8].

Расчет коэффициентов корреляции массы тела и индексов сердца леща Саратовского водохранилища показал, что достоверной взаимосвязи этих параметров не наблюдается.

Т а б л и ц а 2

Значения индексов сердца леща различных участков
Саратовского водохранилища

Участок водохрани- лища	Скорость течения, см/с	Средний индекс сердца	Значение критерия достовер- ности различия по различным участкам			Количес- тво рыб, экз.
			I-II	II-III	I-III	
I	127-144	0,881				21
II	58	0,757	8,26	8,18	0,044	51
III	39-76	0,762				55

П р и м е ч а н и е. Участки водохранилища: I - верхний, II - средний, III - нижний.

Мы сделали попытку определить, существует ли зависимость между индексом сердца и полом особи. Средние индексы сердца половозрелых самок (0,817) и самцов (0,784) оказались очень близкими и достоверно не различаются. Также очень незначительны возрастные различия индексов сердца (табл. 1). Обращает на себя внимание лишь достоверно высокая разница средних индексов сердца для леща возраста 4 и 5 лет, когда, по нашим данным, происходит его половое созревание. Полученные нами результаты позволили при дальнейших исследованиях возраст, массу и пол особей во внимание не принимать.

Основной нашей задачей было выявление разнокачественности популяции леща Саратовского водохранилища и ее связи с некоторыми абиотическими факторами. В результате проведенных исследований мы установили, что на разных участках водохранилища, значительно различающихся скоростями течения, обитают группировки леща, достоверно различающиеся по индексу сердца (табл. 3).

Лещ верхнего участка водохранилища, где скорость течения в 2-3 раза выше, чем на других участках, отличается более высокими показателями индекса сердца. Достоверных различий по исследуемому признаку для леща среднего и нижнего участков не выявлено.

Таким образом, в результате проведенных исследований мы установили, что популяция леща Саратовского водохранилища образована двумя экологическими группировками, достоверно различающимися между собой по индексу сердца. Вероятно, эти две большие группировки в свою очередь образованы более мелкими структурными единицами разного ранга, так как протяженность исследованных участков водохранилища довольно велика и условия на них разнообразны.

1. В о л г а и ее жизнь. Л., 1978. 352 с.
2. Г и д р о м е т е о р о л о г и ч е с к и й режим озер и водохранилищ СССР. Куйбышевское и Саратовское водохранилища. Л., 1978. 269 с.
3. П л о х и н с к и й И.А. Биометрия. Новосибирск, 1961. 364 с.
4. П о д д у б н ы й А.Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л., 1971. 312 с.
5. П р а в д и н И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966. 376 с.
6. С м и р н о в В.С., Б о ж к о А.М. Относительный вес сердца рыб как показатель дифференциации внутрипопуляционных группировок. – Тр. Ин-та экологии растений и животных, УФАИ СССР. Свердловск, 1970, вып. 72, с. 90–101.
7. С м и р н о в В.С., Б о ж к о А.М., Д о б р и н с к а я Л.А. Основные требования к сбору и обработке материала по костистым рыбам при использовании метода морфофизиологических индикаторов. – В кн.: Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс, 1974, с. 26–36.
8. С м и р н о в В.С., Б о ж к о А.М., Р ы ж к о в Л.П., Д о б р и н с к а я Л.А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. – Тр. СевНИОРХ. Петро-заводск, 1972, т. 7. 168 с.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.554.3–14

Н.И. К о м о в а

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СИНЦА ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Сравнительно недавно применяемый в экологии рыб метод морфофизиологических индикаторов имеет, бесспорно, большие перспективы в изучении динамики состояния популяций. Анализ перестройки физиологических показателей организма в связи с сезонными изменениями среды обитания позволяет выявить не только характер и общий фон этих изменений, но и может быть использован при оценке последствий загрязнения среды и переброски стока рек.

В настоящем сообщении рассматривается половая и возрастная изменчивость относительных масс сердца и печени синца, наиболее четко отражающих степень активности и физиологическое состояние организма [1–3, 6, 7].

Материал собран в Волжском плесе Рыбинского водохранилища в мае-июне 1979 г. Извлечение органов и первичную обработку свежего материала проводили по типовой методике, изложенной в работе В.С. Смирнова с соавторами [5]. Сердце и печень взвешивали с точностью до 10 мг. В общей сложности обработано 200 экз. синца в возрасте от 3 до 11 лет. Весь последующий статистический анализ проведен на ЭВМ.

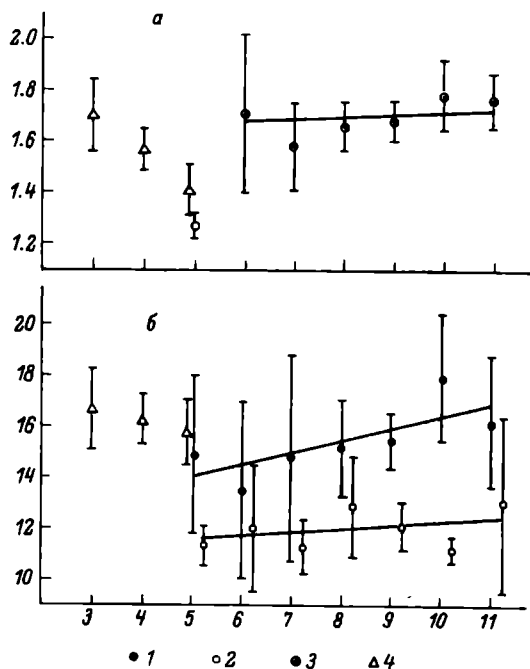
Индексы сердца и печени у рыб обоих полов во время нереста и сразу после него почти не различаются.

Ни в одной из рассмотренных групп нет достоверных различий в индексах сердца между самками и самцами: они одинаково активны в нерестовый период. Коэффициент вариации данного показателя незначителен, у рыб обоих полов он равен 15%. На основании этого в дальнейшем при рассмотрении индексов сердца мы будем использовать объединенный по полу материал. Половые различия наблюдаются по относительной массе печени, у рыб 9 и 10 лет они статистически достоверны. Большой индекс печени у половозрелых самок по сравнению с самцами обычно объясняется увеличением массы печени под влиянием выделяемого яичниками фолликулина, участием печени в росте овоцитов и накоплении в них желтка [4].

Имеющийся в литературе материал [1, 2, 6, 9] по возрастной динамике относительной массы сердца рыб противоречив. При анализе наших данных по индексам сердца у синца между двумя смежными возрастными группами достоверных различий не обнаружено. У неполовозрелых рыб 3-5 лет индекс сердца с возрастом уменьшается, достигая минимальной величины у 5-летних половозрелых особей, затем резко возрастает к 6 годам (см. рисунок, а). Это можно объяснить изменением темпа роста синца после достижения половой зрелости: в течение первых 5 лет жизни темп роста интенсивен [8], увеличение абсолютной массы сердца происходит медленнее, чем массы тела, а с 6 лет (возраста массового созревания) темп роста снижается, приросты абсолютных масс тела и внутренних органов становятся пропорциональными. Минимальные значения индексов сердца в возрасте 5-6 лет отмечены у щуки, окуня, плотвы и ерша [6].

Для того чтобы выяснить, как изменяется относительная масса сердца у половозрелого синца в течение жизни, мы провели регрессионный анализ для возрастных групп 6-11 лет. Была построена линейная модель. Для проверки гипотезы линейности использовали критерий Фишера. Гипотеза подтвердилась с вероятностью 0.99%. Коэффициент регрессии $b = 0.05$ при уровне значимости 1% достоверно не отличается от нуля, что свидетельствует об отсутствии возрастных изменений индекса сердца. На рисунке представлены средние значения индексов и 95%-ные доверительные интервалы для каждого возраста, а также линии регрессии.

Если сравнить полученные нами данные по относительной массе сердца у синца (1,60%) с данными В.С. Смирнова с соавторами [6] по межвидовым различиям этого показателя у щуки, окуня, плотвы, ерша, сига, налима и ряпушки, то самым близким



Возрастные и половые изменения относительной массы сердца (а) и печени (б) синца.

1 – самки; 2 – самцы; 3 – самки и самцы; 4 – неполовозрелые самки и самцы. По оси ординат – относительная масса органов, %; по оси абсцисс – возраст, годы.

к синцу по значению оказывается индекс сердца у планктофага ряпушки (1,44%).

Относительная масса печени у неполовозрелых рыб несколько больше, чем у половозрелых. Связь между относительной массой печени и возрастом у половозрелых рыб линейная и положительная. К тому же, судя по коэффициенту регрессии (для самок $b = 0,48$, для самцов $b = 0,16$), относительная масса печени у самок с возрастом увеличивается в 3 раза быстрее, чем у самцов (см. рисунок, б). Возможно, это обусловлено половыми особенностями возрастной физиологии рыб.

На основании имеющихся данных можно отметить следующее. Половые различия отсутствуют по относительной массе сердца у синца всех возрастов и по относительной массе печени у неполовозрелых рыб. Индекс печени у взрослых самок выше, чем у самцов. В возрасте 5 лет, когда синец созревает, происходят резкие изменения относительных масс изученных нами внутренних органов, связанные с темпом весового роста рыб. У половозрелого син-

ца возрастных изменений индекса сердца нет, а индекс печени с возрастом слабо увеличивается у самцов и значительно сильнее - у самок.

Л и т е р а т у р а

1. Б о ж к о А.М. Опыт применения морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. Автореф. канд. дис. Петрозаводск, 1969, 29 с.
2. Д о б р и н с к а я Л.А. Возрастные изменения относительно веса внутренних органов рыб. - Зоол. журн., 1965, т. 14, вып. 1, с. 72-80.
3. И в а н о в а М.Н. Сезонные изменения относительного веса сердца у щуки и окуня. - В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1975, № 26, с. 48-51.
4. К р и в о б о к М.Н. О роли печени в процессе созревания яичников салаки *Clupea harengus membras* L. - Вopr. ихтиологии, 1964, т. 4, вып. 3 (32), с. 483-494.
5. С м и р н о в В.С., Б о ж к о А.М., Д о б р и н с к а я Л.А. Основные требования к сбору и обработке материала по костистым рыбам при использовании метода морфофизиологических индикаторов. - В кн.: Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс, 1974, ч. 1, с. 26-36.
6. С м и р н о в В.С., Б о ж к о А.М., Р ы ж к о в Л.П., Д о б р и н с к а я Л.А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. - Тр. Сев. НИОРХ. Петрозаводск, 1972, т. 7. 168 с.
7. Ш в а р ц С.С., С м и р н о в В.С., Д о б р и н с к и й Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. - Тр. Ин-та экологии растений и животных, УФАН СССР. Свердловск, 1968, вып. 58. 388 с.
8. Ю р о в и ц к и й Ю.Г. Некоторые особенности синца Рыбинского водохранилища в связи с факторами, определяющими его численность. - Тр. У1 Совещ. по проблемам биол. внутр. вод. М., Л., 1959, с. 317-322.
9. W i l b e r C.G., R o b i n s o n P.F., H u n n J.B. Heart size and body size in fish. - Anat. Rec., 1961, vol. 140, N 4, p. 285-287.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.В. Х а л ь к о

К ОЦЕНКЕ ПИЩЕВЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ МОЛОДИ ОКУНЯ И УКЛЕИ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ. II. ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ МИНИМАЛЬНЫХ СУТОЧНЫХ РАЦИОНОВ МОЛОДИ ОКУНЯ И УКЛЕИ НА РАЗНЫХ БИОТОПАХ НАГУЛА

Одним из факторов, обуславливающих пространственное распределение и места нагула молоди рыб в Рыбинском водохранилище, являются стоковые и ветровые течения [3], под действием которых молодь рыб оказывается разделенной на две группировки – прибрежную и пелагическую. Часто молодь одного вида рыб (например, окуня и уклей) входит одновременно в состав обеих группировок. Нагуливаясь на разных биотопах (в открытой части водоема и в защищенном побережье), мальки сталкиваются с кормовыми беспозвоночными, различающимися как по качественному и количественному составу [4, 5], так и по энергетической ценности [7].

Целью данной работы было получение уравнений для оценки величины суточных рационов, удовлетворяющих минимальные пищевые потребности молоди окуня и уклей при нагуле мальков на разных биотопах водохранилища.

В соответствии с законом сохранения вещества и энергии, поддержание физиологического состояния, достигнутого молодью окуня и уклей к определенному моменту времени, должно обеспечиваться за счет поступления в организм мальков питательных веществ в количестве, эквивалентном тратам энергии на дыхание. Ранее нами установлено, что зависимость скорости обмена от массы тела при температуре воды 20 °С у молоди этих видов рыб передается следующими уравнениями:

$$Q = 0.341 \pm 0.030 W^{0.760 \pm 0.069} \quad (\text{для молоди окуня}) \quad (1)$$

$$\text{и} \quad Q = 0.240 \pm 0.038 W^{0.726 \pm 0.081} \quad (\text{для молоди уклей}), \quad (2)$$

где Q – скорость потребления кислорода, мл O_2 /(экз.·ч), W – сырая масса мальков, г.

Скорость обмена, выраженную в уравнениях (1) и (2) через скорость потребления кислорода (Q), с помощью оксикалорийного коэффициента (q) можно представить в эквивалентном количестве энергии, используемой и рассеиваемой в единицу времени (например, за сутки):

$$Q_{24} = 24 \cdot q \cdot Q, \quad (3)$$

где Q_{24} – суточные траты энергии на дыхание (кал/(экз.·сут). Тогда величина суточного рациона (r_{min}), удовлетворяющая только энергетические траты на стандартный обмен и выраженная в процентах от массы тела рыб, будет определяться уравнением

$$r_{\min} = \frac{Q_{24}}{U^{-1} \cdot C_c} \cdot \frac{100}{W} = \frac{11664 \cdot \underline{a} W^{k-1}}{U^{-1} \cdot C_c}, \quad (4)$$

где W – сырая масса рыб, г, \underline{a} и \underline{k} – эмпирически полученные параметры уравнения стандартного обмена, U^{-1} – уровень ассимиляции потребляемой пищи, %, C_c – калорийность пищи, кал/г сырого вещества; оксикалорийный коэффициент принимался равным 4,86 кал/мл O_2 .

Аналогичное уравнение предложено Л.М. Сушеней, изучавшим закономерности питания ракообразных.

Из уравнения (4) ясно, что основное влияние на величину суточного рациона молоди окуня и уклей при нагуле на разных биотопах водоема будет оказывать калорийность пищи при условии, если усвояемость прибрежных и пелагических кормовых беспозвоночных одинакова и весовой рост молоди рыб в прибрежье и пелагиали протекает синхронно.

Анализ содержимого желудочно-кишечного тракта молоди рыб, выловленной на различных участках водохранилища, показал, что в прибрежье мальки окуня и уклей питаются в основном зоопланктоном и личинками хирономид, тогда как в пелагиали окунь поедает только зоопланктон. Состав пищи молоди уклей в открытой части водоема нами не изучался, однако по аналогии с окунем можно предположить, что и на этом биотопе мальки уклей питаются тоже только зоопланктоном.

По нашим данным, калорийность копепоид в летний период составляет в среднем 580 кал/г сырой массы в защищенном прибрежье и 490 кал/г – в открытой части водоема, кладоцер – 640 и 420 кал/г сырой массы соответственно. Осенью этот показатель для копепоид и кладоцер следующий: в защищенном прибрежье – 570 и 590 кал/г сырой массы, в пелагиали – 430 и 430 кал/г соответственно. В целом, прибрежный планктон калорийнее пелагического.

Подставив в уравнение (4) средние величины калорийности копепоид, кладоцер и личинок хирономид (720 кал/г) и приняв, что животная пища усваивается приблизительно на 80% [2], получаем расчетные формулы для определения минимальных суточных рационов молоди окуня и уклей на разных биотопах (см. таблицу).

При сравнении правых частей уравнений (см. таблицу) для молоди окуня можно заметить, что они различаются коэффициентами пропорциональности. Так, при нагуле в защищенном прибрежье этот коэффициент составляет 7,7 в летний период и 7,9 – в осенний, тогда как в открытой части водоема он соответственно равен 10,9 и 11,6. Такие же различия характерны и для молоди уклей. Из этого следует, что при одинаковом темпе весового роста молоди окуня и уклей в прибрежье и пелагиали малькам прибрежной группировки требуется меньшее количество пищи для удовлетворения минимальных пищевых потребностей. Например, для восполнения энергетических затрат на обмен в летний период пелагическая молодь окуня должна потреблять в среднем на 25% больше пищи, нежели прибрежная (при выполнении вышеуказанных условий).

Расчетные формулы для определения величины суточного рациона (r_{\min} , % массы тела), удовлетворяющей минимальные пищевые потребности молоди окуня и уклей в водохранилище

Время года	Окунь	Уклея
Защищенное побережье		
Лето	$r_{\min} = 7.7 W^{-0.240}$	$r_{\min} = 5.4 W^{-0.274}$
Осень	$r_{\min} = 7.9 W^{-0.240}$	$r_{\min} = 5.6 W^{-0.274}$
Открытая часть водоема		
Лето	$r_{\min} = 10.9 W^{-0.240}$	$r_{\min} = 7.7 W^{-0.274}$
Осень	$r_{\min} = 11.6 W^{-0.240}$	$r_{\min} = 8.1 W^{-0.274}$

П р и м е ч а н и е. W – сырая масса рыб, г.

Учитывая, что биомасса планктона в прибрежной зоне выше, чем в пелагиали [4, 5], молодь рыб, нагуливающаяся в первой из них, должна затрачивать и меньшее количество энергии на добычу пищи благодаря более высокой концентрации в прибрежье. Следовательно, молодь рыб, питающаяся в защищенном прибрежье, находится в лучших кормовых условиях.

Более низкая величина коэффициентов пропорциональности в уравнениях, выведенных для молоди уклей, может быть объяснена более высоким уровнем обмена у молоди окуня по сравнению с уклей. В уравнениях (1) и (2) показатели степени различаются незначительно ($P < 0.95$), а различия между коэффициентами пропорциональности достоверны.

Как правило, молодь окуня к концу первого года жизни по линейным и весовым характеристикам превосходит одновозрастных особей уклей [1, 8], поэтому она при прочих равных условиях должна потреблять большее количество пищи для компенсации затрачиваемой энергии на дыхание, чем молодь уклей.

Следует заметить, что практическое применение полученных уравнений (см. таблицу) в неизменном виде возможно лишь при температуре воды 20 °С. При иной температуре следует пользоваться температурной поправкой (h) [2]. Из наших расчетов она исключена, так как при 20 °С h равна 1.

Для конкретных расчетов нужно иметь данные по среднесуточной температуре воды в местах сбора проб. Проводя суточные наблюдения на станциях по питанию молоди рыб в защищенном прибрежье летом 1980 г., мы обратили внимание на то, что в дневное время

основная масса молоди окуня придерживалась сравнительно глубоких участков (до 1–1,5 м), температура воды на которых оказывалась на 2–4 °С ниже, чем на мелководье с глубинами до 0,5 м. В вечернее, ночное и утреннее время, когда температура воды на участках с глубинами до 0,5 м снижалась, молодь окуня встречалась в большом количестве и в этой зоне побережья. Очевидно, что расчет среднесуточной температуры воды в местах откорма молоди рыб следует производить с учетом горизонтальных (в прибрежье) и вертикальных (в пелагиали) суточных миграций мальков. В противном случае использование данных измерений температуры воды на мелководье с глубинами только до 0,5 м или в пелагиали только в поверхностном слое воды приведет к завышению рассчитываемых величин минимальных пищевых потребностей мальков.

Таким образом, величина минимального суточного рациона молоди окуня и уклей в Рыбинском водохранилище зависит от места нагула рыб и может быть приближенно оценена по предложенным нами уравнениям (см. таблицу). Помимо этого, величина минимальных пищевых потребностей молоди этих видов рыб, установленная по скорости обмена, может служить оценочным критерием при сравнении суточных рационов мальков окуня и уклей, определенных весовым методом.

Л и т е р а т у р а

1. В а с н е ц о в В.В. Влияние первого года заливания на рыбное население Рыбинского водохранилища. – Тр. биол. ст. „Борок“, 1950, вып. 1, с. 203–235.
2. В и н б е р г Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск, 1956. 251 с.
3. К о н о б е е в а В.К., К о н о б е е в А.Г., П о д д у б н ы й А.Г. О механизме образования скоплений молоди окуня (*Perca fluviatilis* L.) в открытой части водохранилища озерного типа (на примере Рыбинского водохранилища). – Вопр. икhtiологии, 1980, т. 20, вып. 2, с. 258–271.
4. С т о л б у н о в а В.Н. О зоопланктоне прибрежной зоны Рыбинского водохранилища по данным 1971 г. – В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1973, № 20, с. 25–29.
5. С т о л б у н о в а В.Н. Особенности зоопланктона прибрежной зоны Рыбинского водохранилища в 1972 г. – В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1974, № 23, с. 21–23.
6. С у щ е н я Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных. Минск, 1975. 185 с.
7. Х а л ь к о В.В. Калорийность кормовых объектов молоди рыб в Рыбинском водохранилище. – В кн.: Внутрипопуляционная изменчивость питания и роста рыб. Ярославль, 1981, с. 91–95.

8. Ч и к о в а В.М. Рост молоди рыб в Куйбышевском водохранилище. – В кн.: Биология рыб волжских водохранилищ. М.; Л., 1966, с. 153–162.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.554.3–111

Н.И. С и л к и н а

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИПИДОВ СЫВОРОТКИ КРОВИ СИНЦА

Особенности сезонных колебаний биохимического состава различных органов и тканей рыб тесно связаны с основными периодами жизненного цикла – созреванием половых продуктов, нерестом, зимовкой [7]. Существенную роль при этом играют липиды – энергетический резерв, непосредственно участвующий в поддержании энергетического баланса организма на одном уровне. Для более полного понимания особенностей жирового обмена важно изучение изменений общего их содержания и состава липидов различных органов и тканей [1, 5, 6]. Исследование липидов в крови в связи с функционированием иммунологической системы рыб необходимо для решения вопросов в оценке состояния их здоровья в течение года и при разработке методов управления иммунологической реактивностью [2–4].

В настоящей работе приведены результаты изучения общего фракционного состава липидов в сыворотке крови синца *Abramis ballerus* (L.) и его динамика в процессе созревания половых продуктов, нереста, нагула, зимовки. Материал собран в 1979 г. на экспериментальной прудовой базе „Сунога“. Исследованные рыбы (182 экз.) подвергались полному биологическому анализу. Кровь для анализа собирали из хвостовой артерии. Липиды из сыворотки извлекали по методу Фольча. Количественное определение общих липидов проводили по методу Бюра в модификации Брагдон. Выделенные липиды подвергали качественному разделению методом тонкослойной хроматографии [8] на пластинках „Silufol“ размером 150x150 мм производства фирмы „Kavalier“ (ЧССР). Время насыщения камеры – 1 ч, длина пробега фронта растворителей – 10 см, время разгонки – 45 мин. Разделение основных классов липидов проводилось в системе растворителей – петролейный эфир–серный эфир–ледяная уксусная кислота в соотношении 90 : 10 : 1. Для денситометрирования хроматограмм использовали микрофотометр „МФ–4“. Результаты анализов подвергали статистической обработке на ЭВМ „Минск–22“.

Общая картина сезонных изменений липидов сыворотки крови у самок и самцов синца сходна. В процессе нагула в летне-осенний период уровень общих липидов возрастает, а в период зимовки и нереста снижается (см. таблицу). Однако у самцов наблюдается более интенсивное накопление липидов во второй половине нагульного периода и несколько более интенсивное их расходование в период нереста. Большие траты липидов на энергетические цели у самцов объясняются более длительным их участием в процессе нереста и более интенсивным обменом веществ.

Содержание отдельных фракций липидов в различные периоды года меняется. Характер изменения относительного содержания различных фракций липидов у самок и самцов в общих чертах сходен, однако в некоторые периоды года отмечены различия.

В процессе нагула и зимовки уровень фосфолипидов в сыворотке крови синца колеблется незначительно. Фосфолипиды – структурные липиды, и темп расходования их идет в ходе нагула и зимовки с одинаковой скоростью. Однако отмечено резкое увеличение количественного содержания фосфолипидов в апреле, мае и июне – непосредственно перед нерестом, в нерестовый период и сразу по окончании нереста. Большая часть энергетических запасов расходуется на выметывание половых продуктов, что приводит к нарушению сбалансированности соотношения между отдельными компонентами и перераспределению расходования липидов, в первую очередь на энергетические цели. Достоверные отличия уровня фосфолипидов у самок и самцов отмечены в июне ($P < 0.001$) и в августе ($P < 0.05$).

Относительное содержание холестерина в сыворотке крови синца повышалось в нерестовый период и в начале нагульного периода. Минимальный уровень холестерина отмечен у самок в феврале.

Содержание неэстефицированных жирных кислот (НЭЖК) в разные периоды года колебалось незначительно. Фракция НЭЖК служит транспортной формой липидов, количественная оценка их характеризуется активностью процесса мобилизации жира в организме. В период нереста у самок синца отмечено резкое снижение уровня НЭЖК в крови ($P < 0.001$), что свидетельствует об интенсивном переносе липидов, в первую очередь фосфолипидов, кровью.

В нагульный период в сыворотке накапливаются триглицериды – основная фракция запасных липидов. Уровень триглицеридов в крови служит показателем интенсивности накопления и расходования липидов в организме. Поэтому в период нагула в сыворотке увеличивается преимущественно триглицеридная фракция, а в период нереста уровень запасных липидов снижается, причем во второй половине нагульного периода у самцов отмечены более высокие концентрации триглицеридной фракции, нежели у самок ($P < 0.001$ в августе и $P < 0.05$ в сентябре). Высокий уровень триглицеридов выявлен у синцов в период зимовки.

Относительное содержание эфиров стерина в сыворотке синца в разные периоды года колебалось. Известно, что эфиры стерина участвуют в транспорте триглицеридов и фосфолипидов, способствуют переносу жирных кислот, участвуют в реализации метаболических

Относительное содержание липидных фракций сыворотки крови синца.
в разные сезоны года, % от суммы липидов

Фракции липидов	Февраль	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Общие липиды, мг%	$\frac{884,0 \pm 10,8}{-}$	$\frac{831,1 \pm 8,9}{866,8 \pm 5,7}$	$\frac{768,3 \pm 7,1}{804,4 \pm 4,2}$	$\frac{951,1 \pm 6,1}{957,4 \pm 6,6}$	$\frac{1106,0 \pm 6,8}{1146,7 \pm 9,71}$	$\frac{1196,2 \pm 4,1}{1150,2 \pm 5,0}$	$\frac{1206,3 \pm 4,2}{1226,1 \pm 0,1}$
Фосфолипиды	$\frac{21,9 \pm 0,07}{-}$	$\frac{24,5 \pm 0,10}{25,6 \pm 0,12}$	$\frac{27,1 \pm 0,09}{27,6 \pm 0,28}$	$\frac{24,8 \pm 0,05}{27,2 \pm 0,06}$	$\frac{20,8 \pm 0,09}{21,1 \pm 0,02}$	$\frac{21,6 \pm 0,10}{20,2 \pm 0,23}$	$\frac{21,6 \pm 0,06}{21,3 \pm 0,12}$
Холестерин	$\frac{13,5 \pm 0,09}{-}$	$\frac{16,4 \pm 0,12}{16,0 \pm 0,06}$	$\frac{17,0 \pm 0,23}{17,0 \pm 0,08}$	$\frac{16,0 \pm 0,05}{16,6 \pm 0,05}$	$\frac{17,1 \pm 0,09}{16,3 \pm 0,06}$	$\frac{15,8 \pm 0,07}{15,2 \pm 0,08}$	$\frac{15,0 \pm 0,10}{14,8 \pm 0,10}$
НЭЖК	$\frac{10,2 \pm 0,07}{-}$	$\frac{10,6 \pm 0,19}{10,0 \pm 0,04}$	$\frac{8,2 \pm 0,16}{9,6 \pm 0,13}$	$\frac{10,0 \pm 0,40}{9,9 \pm 0,02}$	$\frac{11,4 \pm 0,11}{9,9 \pm 0,16}$	$\frac{10,8 \pm 0,06}{10,2 \pm 0,10}$	$\frac{11,1 \pm 0,11}{11,7 \pm 0,15}$
Триглицериды	$\frac{24,5 \pm 0,15}{-}$	$\frac{18,8 \pm 0,23}{19,1 \pm 0,09}$	$\frac{17,1 \pm 0,20}{18,0 \pm 0,12}$	$\frac{18,7 \pm 0,51}{19,7 \pm 0,07}$	$\frac{25,3 \pm 0,07}{26,0 \pm 0,14}$	$\frac{26,0 \pm 0,06}{27,8 \pm 0,12}$	$\frac{27,1 \pm 0,33}{28,0 \pm 0,11}$
Эфиры стерина	$\frac{20,0 \pm 0,07}{-}$	$\frac{20,6 \pm 0,11}{19,2 \pm 0,09}$	$\frac{18,6 \pm 0,18}{19,2 \pm 0,16}$	$\frac{19,4 \pm 0,09}{19,8 \pm 0,08}$	$\frac{16,7 \pm 0,14}{16,1 \pm 0,16}$	$\frac{16,5 \pm 0,09}{17,8 \pm 0,15}$	$\frac{17,6 \pm 0,18}{18,0 \pm 0,07}$
Углеводороды	$\frac{10,0 \pm 0,22}{-}$	$\frac{9,2 \pm 0,51}{10,2 \pm 0,13}$	$\frac{11,9 \pm 0,43}{8,6 \pm 0,16}$	$\frac{11,2 \pm 0,18}{9,9 \pm 0,09}$	$\frac{8,9 \pm 0,30}{10,7 \pm 0,27}$	$\frac{9,2 \pm 0,23}{8,8 \pm 0,31}$	$\frac{7,6 \pm 0,38}{6,2 \pm 0,32}$
Число рыб	$\frac{5}{-}$	$\frac{12}{18}$	$\frac{19}{10}$	$\frac{35}{20}$	$\frac{24}{10}$	$\frac{11}{4}$	$\frac{7}{7}$

П р и м е ч а н и е. Над чертой – самки, под чертой – самцы.

процессов. В нагульный период, когда идет интенсивное накопление запасных липидов – триглицеридов, содержание фракции эфиров стерина уменьшается; и, наоборот, при интенсивном расходовании триглицеридов содержание эфиров стерина повышается. В мае и августе отмечены более низкие концентрации эфиров стерина у самок по сравнению с самцами ($P < 0,05$ и $P < 0,001$ соответственно).

Таким образом, характер липидного обмена в сыворотке крови сига меняется в разные периоды года. Интенсивное жиронакопление происходит в нагульный период, темп расходования триглицеридов в нагульный период значительно выше, чем фосфолипидов. В нерестовый период выявлен максимальный уровень фосфолипидов и холестерина. Триглицериды и НЭЖК имели минимальные значения. Очевидно, в период нереста в результате больших затрат энергии происходит изменение соотношения между отдельными фракциями. В этот период фосфолипиды, вероятно, используются в сыворотке не только как пластический, но и как энергетический материал, обеспечивающий специфические процессы нереста. Отмеченные различия характера изменений отдельных фракций липидов в сыворотке самок и самцов связаны с особенностями их обмена веществ.

Л и т е р а т у р а

1. Л а п и н В.И. Сезонные изменения биохимического состава органов и тканей речной камбалы *Platichthys flesus* (L.) Белого моря. – *Вопр. ихтиологии*, 1973, т. 13, вып. 2 (79), с. 313–327.
2. М и к р я к о в В.Р., С и л к и н а Н.И. Роль липидов в функционировании иммунологической системы рыб. – В кн.: *Матер. 3-го Всесоюз. семинара по инфекционной патологии*, М., 1978, с. 33–34.
3. М и к р я к о в В.Р., С и л к и н Н.Ф., С и л к и н а Н.И. Антимикробные свойства сыворотки крови рыб. – В кн.: *Физиология и паразитология пресноводных животных*, Л., 1979, с. 125–132.
4. С и л к и н а Н.И., М и к р я к о в В.Р. Особенности сезонной динамики общих липидов сыворотки крови леща в разные годы и ее связь с иммунологической реактивностью организма. – В кн.: *Матер. 4-го Всесоюз. совещ. по экологической физиологии рыб*, Астрахань, 1979, т. 1, с. 124–125.
5. Г а т у н о в с к и й М.И. Изменения в качественном составе липидов органов и тканей балтийской трески *Gadus morhua callarias* (L.) в ходе созревания гонад. – *Вопр. ихтиологии*, 1971, т. 11, вып. 5 (70), с. 910–918.
6. Щ е п к и н В.Я., С и г а е в а Т.Г. Липидный состав сыворотки крови и гонад ставриды и скорпены в период созревания половых продуктов и нереста. – *Биология моря*, 1978, вып. 46, с. 107–112.

7. Ш у л ь м а н Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М., 1972. 368 с.
8. (S c h t a l E.) Ш т а л ь Э. Хроматография в тонких слоях. М., 1965. 508 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.0/5-11

В.В. К у з ь м и н а

АКТИВНОСТЬ α -АМИЛАЗЫ В ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОМ ТРАКТЕ И КРОВИ ЛЕЩА

Ранее было установлено, что в крови рыб содержится α -амилаза, видимо, панкреатического происхождения [2-4, 6]. Также показано, что уровень активности фермента зависит от интенсивности питания и количества углеводов в корме рыб [2, 4]. Эти обстоятельства дают основание предположить возможность оценки интенсивности гидролиза углеводов в пищеварительном тракте рыб по данным об уровне ферментативной активности крови.

Цель работы состояла в сопоставлении уровня активности α -амилазы в пищеварительном тракте и крови леща из разных мест обитания.

Работа выполнена летом 1979 г. на леще из северной и южной части Шекснинского и Волжского плесов Рыбинского водохранилища. Исследовали активность α -амилазы (К.Ф.3.2.1.1) в полости, на слизистой кишечника и в крови рыб. Активность фермента определяли по методу Смита и Роя в модификации А.М. Уголева [5]. Инкубацию ферментативно-активных препаратов и субстрата (0,1%-ный раствор растворимого крахмала) проводили при температуре $20 \pm 1^\circ\text{C}$ в водяной качалке с термостатирующим устройством. Активность фермента выражали в миллиграммах крахмала, гидролизованного за 1 мин инкубации в расчете на 1 мл крови ($\text{мг} \cdot \text{мл}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$) или 1 г влажной массы слизистой ($\text{мг} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$). Данные обработаны статистически при помощи ЭВМ „Минск-22”.

В кишечнике леща из северошекснинской и волжской популяций в утренние часы установлено существование достоверных различий уровня активности α -амилазы (рис. 1). При этом во всех случаях (полостной фермент, „мембранный” фермент и их сумма) активность α -амилазы у лещей шекснинской популяции выше, чем у особей волжской популяции. Наибольшие различия выявлены при исследовании полостного фермента. Так, у шекснинских лещей активность α -амилазы, функционирующей в полости, выше, чем у волжских, в 1,48 раз; активность α -амилазы, функционирующей в составе слизистой кишечника, - в 1,13 раз, суммарная активность - в 1,33 раза.

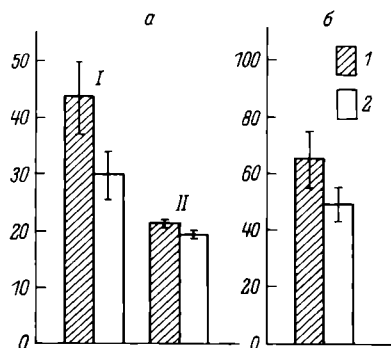


Рис. 1. Активность α -амилазы в кишечнике у леща из северо-щексинской (1) и волжской (2) популяций, $\text{мг} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$.

а – в полости (I) и на слизистой кишечника (II). б – суммарная активность.

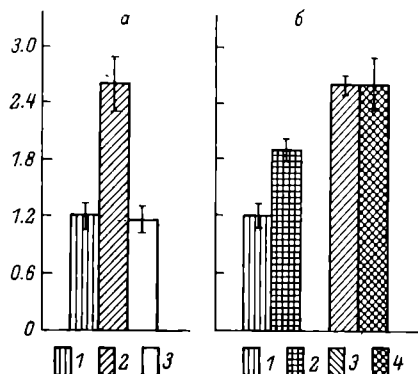


Рис. 2. Уровень активности α -амилазы в крови у леща из разных мест обитания, $\text{мг} \cdot \text{мл}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$.

а – утро. 1 – Южнощексинский плес; 2 – Северощексинский плес; 3 – Волга. б – суточная динамика. 1 – Южнощексинский плес, утро; 2 – то же, вечер; 3 – Северощексинский плес, утро; 4 – то же, вечер.

Исследование активности α -амилазы в крови (рис. 2, а) у тех же рыб позволило выявить еще большие различия (2,27 раза). При этом оказалось, что рыбы, обитающие в разных участках водохранилища, в одно и то же время суток имеют существенные различия в уровне ферментативной активности. Действительно, активность α -амилазы крови у лещей из южной части Щексинского плеса в 2 раза ниже, чем у рыб из северной части этого плеса, и близка к таковой у рыб из Волжского плеса. Вместе с тем в течение суток также могут наблюдаться значительные различия уровня ферментативной активности (рис. 2, б). Интересно отметить, что у рыб, отличающихся низкой ферментативной активностью в утренние часы, наблюдается достоверное увеличение активности к вечеру. У рыб, обладающих высокой активностью в утренние часы, суточная динамика не обнаружена.

Таким образом, при сопоставлении уровня активности α -амилазы в кишечнике и в крови у рыб из разных популяций показано, что существует корреляция между активностью секретируемого и инкретируемого ферментов. При этом наибольшие различия обнаружены для фермента крови, наименьшие – для фермента, функционирующего в составе слизистой. Данные по уровню ферментативной активности коррелируют с результатами гидробиологических съемок, свидетельствующих о лучшей кормовой базе северной части Щексинского плеса [1]. У рыб, обитающих в южной части Щексинского плеса,

отмечена суточная динамика уровня ферментативной активности; у рыб, обитающих в северной части Шекснинского плеса, различия не обнаружены.

Л и т е р а т у р а

1. Б а к а н о в А.И., М и т р о п о л ь с к и й В.И. Количественная характеристика бентоса Рыбинского водохранилища за 1941-1978 гг. - В кн.: Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л., 1982, с. 211-228.
2. К у з ь м и н а В.В. Влияние длительного голодания на химические показатели крови леща *Abramis brama* (L.) - В кн.: Биология рыб волжских водохранилищ. М.; Л., 1966, т. 6, № 12, с. 148-152.
3. К у з ь м и н а В.В. Особенности инкреции α -амилазы у пресноводных костистых рыб. - В кн.: Инкреция ферментов пищеварительными железами. Андижан, 1978, с. 75-77. (Тез. докл. Всес. симп.).
4. К у з ь м и н а В.В. Уровень активности α -амилазы в крови у пресноводных костистых рыб. - Вopr. ихтиологии, 1979, т. 19, вып. 2 (115), с. 332-340.
5. У г о л е в А.М., И е з у и т о в а Н.Н., М а с е в и ч Ц.Г., Н а д и р о в а Т.Я., Т и м о ф е е в а Н.М. Исследование пищеварительного аппарата у человека. (Обзор современных методов). Л., 1969. 216 с.
6. M a s h e r R.L., D e b m a n J.W. Amylase in fresh water fish. - Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 1960, vol. 103, p. 814-815.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.114 : 543.3.06

И.К. С т е п а н о в а

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОКОЛИЧЕСТВ ЖЕЛЕЗА ВО ВЗВЕСЯХ

Одной из главных миграционных форм железа в природных водах является взвешенная. Однако работ по распределению железа во взвеси очень мало, что связано с рядом методических трудностей при изучении взвеси.

Процедура определения железа во взвешенной форме включает выделение взвеси из природной воды, разрушение органоминеральных

Т а б л и ц а 1

Результаты оценки точности методов мокрого
и персульфатного окисления

Введено Fe^{3+} , мкг	Найдено Fe^{3+} после персульфатного окисления, мкг	Относительная ошибка, %	Найдено Fe^{3+} после мокрого окисления, мкг	Относительная ошибка, %
10	9,52	-4,8	10,52	+5,2
	9,52	-4,8	11,40	+11,4
	11,16	+11,6	8,37	-16,3
	9,89	-1,1	9,78	-2,2
20	20,3	+1,5	21,14	+5,7
	19,78	-1,4	17,28	-13,6
	20,10	+0,5	20,06	+0,3
	19,90	-0,5	21,70	+8,5
40	40,00	0,0	41,41	+3,5
	40,00	0,0	28,37	-29,0
	40,00	0,0	49,34	+23,3
	40,00	0,0	34,36	-14,1

и минеральных комплексов и перевод железа из всех составляющих взвеси в ионную форму, аналитическое определение железа.

Для выделения взвеси при изучении ее химического состава успешно применяется метод мембранной фильтрации. Взвесь выделяют либо на накладку из углекислого магния [8], мелкоистолченного кварцевого стекла, талька [6], чаще двуокиси кремния [2, 3], либо непосредственно на мембранный фильтр [7]. При определении железа во взвеси используют мембранные фильтры № 3 с размером пор 0,7 мкм, реже фильтры № 2 с размером пор 0,5 мкм.

Определение железа в малых навесках взвеси (2–5 мг) потребовало использования чувствительных, точных и надежных методов аналитического определения. Всем этим требованиям отвечают широко используемые в последнее время при определении железа в природных водах колориметрические методы.

Окисление органического вещества и перевод минерального остатка в раствор осуществляется в зависимости от природы исследуемого образца, его агрегатного состояния и химического состава методами сухого или мокрого сжигания фильтра вместе со взвесью. Разрушение органического вещества взвеси – самый важный этап, от которого зависит точность и надежность определения.

Обычное сжигание мембранного фильтра или сплавление остатка после сжигания с карбонатом натрия, а чаще с пирофосфатом калия, не дает точных и надежных результатов. Мокрый способ сжигания фильтра в платиновых тиглях в концентрированной H_2SO_4 и HNO_3 ,

предложенный Р.И. Паеда с соавторами [4], проще и надежнее, однако и он не позволяет избежать ошибок. Сухой и мокрый способы обработки фильтра, когда сжигается сам фильтр, составляющий основную массу органического вещества исследуемого образца, не только трудоемки, но и требуют большой тщательности при озолении фильтра (возможно разбрызгивание при сгорании нитроцеллюлозной основы фильтра). Мембранный фильтр при работе с малыми навесками взвеси, не смотря на предварительную обработку, может стать источником ошибок, так как в его материале содержится железо [1].

Методы персульфатного и фотохимического окисления, предложенные нами для определения железа во взвешях, подробно описаны в предыдущей работе [5]. По сравнению с вышеуказанными методами они обладают рядом существенных преимуществ. В обоих методах при окислении органического вещества мембранный фильтр не разлагается и после повторной обработки может быть снова использован для работы. Полнота перевода взвеси с фильтра в раствор контролируется повторным окислением. Фильтры после дополнительной обработки кипячением в дистиллированной воде, подкисленной соляной кислотой, могут быть не более 2-3 раз использованы для работы, так как двукратное кипячение (по 20 мин) приводит к потере ими массы в среднем на 3,2% [1].

Если метод фотохимического окисления требует специального оборудования (источник УФ-лучей - ртутная лампа, установка для облучения), то метод персульфатного окисления проще, практичнее и может быть использован в любой лаборатории.

При персульфатном и фотохимическом окислении органического вещества не приходится иметь дело с парами концентрированных кислот. Окисление проводят в кварцевых пробирках (не нужна Pt посуда!), нагревая их на водяной бане в первом случае и облучая ртутной лампой ПРК-7 во втором.

Для оценки точности методов мокрого и персульфатного окисления проведена обработка фильтров обоими методами в присутствии одинаковых количеств стандартного раствора Fe^{3+} (10-40 мкг). Мокрое окисление концентрированными кислотами H_2SO_4 и HNO_3 проводили по методике, разработанной Р.И. Паеда с соавторами, персульфатное - по методике, предложенной нами [5]. Железо определяли по окраске ортофенантролинового комплекса. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Метод персульфатного окисления дает удовлетворительную точность. При определении 10-40 мкг железа персульфатным методом относительная ошибка не превышает $\pm 11,6\%$. Способ мокрого сжигания фильтра менее точен. Относительная ошибка достигает $\pm 29\%$.

Обоими методами проведено определение железа во взвешях, выделенных из природной воды. Взвесь выделяли на мембранные ультрафильтры № 2 с размером пор 0,5 мкм. Данные обработаны статистически (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Статистическая обработка результатов
определения железа во взвесах

№ пробы	n	\bar{x}	S	$S_{\alpha} = \frac{S}{\sqrt{n}}$	$\pm \frac{t_{\alpha} \cdot S}{\sqrt{n}}$	$E_{\text{отн.}}, \%$
Мокрое окисление						
1	6	0.741	0.172	0.070	0.141	19.0
2	8	0.244	0.065	0.023	0.044	17.9
3*	8	0.108	0.023	0.008	0.015	14.0
Персульфатное окисление						
1	6	0.408	0.012	0.005	0.010	2.5
2	8	0.363	0.018	0.006	0.011	3.1
3*	8	0.034	0.005	0.002	0.004	10.5

* Холостая проба.

Полученные результаты показывают, что метод мокрого окисления не только трудоемок, но плохо воспроизводим и менее точен. Метод персульфатного окисления характеризуется простотой и удовлетворительной точностью.

Л и т е р а т у р а

1. Гордеев В.В., Петраш А.И. Оценка возможных ошибок при определении микроэлементов в водной взвеси, собранной на мембранных ультрафильтрах. - Океанология, 1973, т. 13, вып. 4, с. 717-721.
2. Григорьева Е.Р. О возможности определения фосфора во взвесах, выделенных на порошке двуокиси кремния. - В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1975, № 26, с. 59-60.
3. Ларионов Ю.В., Скопинцев Б.А. Полное выделение органических взвесей из природных вод. - В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1973, № 19, с. 68-71.
4. Паеда Р.И., Юрвичюс Р.Ю., Блажис И.К., Янкаускас И.И. Определение микроколичеств железа и титана в морских суспензиях. - Научн. тр. высш. уч. завед. ЛитССР, сер. химия и хим. технология, 1968, т. 9, с. 61-66.
5. Степанова И.К. Определение железа во взвесах. - В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1976, № 32, с. 68-71.
6. Сущеня Л.М. Некоторые данные о количестве сестона в водах Эгейского, Ионического и Адриатического морей. - Океанология, 1961, т. 1, вып. 4, с. 664-669.

7. Ш и д л о в с к а я – О в ч и н н и к о в а Ю.С. Количественное определение взвешенного железа в природных водах. – Гидрохим. матер., 1964, т. 38, с. 131–136.
8. S t r i c k l a n d J.D.H., P a r s o n s T.R. A practical handbook of sea water analysis. Ottawa, 1968. 99 p.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.5.08

В.И. Романенко, Лайош Вереш

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ $^{14}\text{CO}_2$ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МЕТАБОЛИЗМА У ГИДРОБИОНТОВ С ПОМОЩЬЮ РАДИОАКТИВНОГО УГЛЕРОДА

При массовых анализах выделения углекислоты ($^{14}\text{CO}_2$) в процессе дыхания у водорослей мы столкнулись с рядом трудностей. Обычно общее содержание карбонатов легко определить по способу Фридемана и Кендала [3] путем отгонки. Особенно хороший прибор для отгона углекислоты был разработан Ю.И. Сорокиным [2]. Сущность анализа состоит в том, что проба воды помещается в сосуд и отгоняется из подкисленного раствора током воздуха под вакуумом в поглотитель со щелочью. Время от загрузки прибора до титрования занимает 30–40 мин. При массовом количестве проб отгонка углекислоты становится трудоемкой операцией, так как в течение рабочего дня в лучшем случае можно обработать 10 проб, с учетом того, что прибор необходимо промыть, залить реактивы, проверить герметичность и т.д.

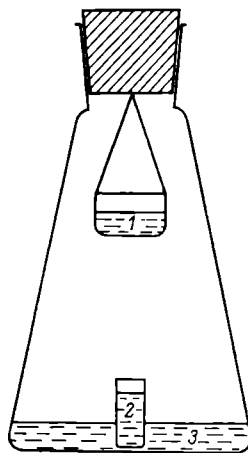
Нами был применен более простой способ, который удобен при массовых анализах. Основой послужил известный метод Конвея, используемый для анализа аммиака. Нами были опробованы чашки Конвея, но они оказались неудобными, особенно при работе с большими объемами воды.

В качестве сосуда для дистилляции CO_2 использовались колбы объемом 350 мл. К ним были подобраны резиновые пробки, плотно закрывающие горловину колбы диаметром 29 мм. В нижнюю часть пробок вбивались маленькие гвоздики, свободный конец которых вместе со шляпкой загигбался в виде крючка. К последним на корзиночках из нехромоной проволоки подвешивались стеклянные стаканчики диаметром 24 мм, высотой 15 мм, объемом 4–5 мл (рис. 1).

Анализируемая жидкость объемом от 10 до 100 мл наливалась в колбы, на дно которых пинцетом опускались небольшие пробирки с плоским дном, диаметром 6 мм, высотой 25 мм, наполненные раствором серной кислоты (концентрированный раствор, разведенный

Рис. 1. Колба объемом 350 мл для отгонки карбоната.

1 — стаканчик со щелочью в подвешенном состоянии на пробке; 2 — пробирка с раствором серной кислоты 1 : 3; 3 — анализируемая среда.



водою 1 : 3). В подвешиваемые стаканчики вносилось по 2 мл 5%-ного раствора щелочи NaOH . Колбы плотно закрывались пробками. После этого пробирки с кислотой опрокидывались путем покачивания колб. В результате этого карбонаты разрушались, а свободная углекислота выделялась в атмосферу и поглощалась щелочью в стаканчиках.

Через сутки колбы открывались, щелочь переносилась в заранее приготовленные пробирки с водою, в каждую из которых вносился 1 мл 10%-ного раствора BaCl_2 . Если выпавший осадок BaCO_3 был мал, в пробирки добавляли некоторое количество бикарбоната натрия в качестве носителя радиоактивных анионов. Пробирки закрывались резиновыми пробками и нагревались на водяной бане до 75–80 °C. После охлаждения содержимое их профильтровывалось через мембранные фильтры № 3, на которых оставался осадок карбоната бария. Масса BaCO_3 определялась по разности между исходной и конечной массами фильтров после высушивания при комнатной температуре. Во время высушивания фильтров с осадками на них помещали тяжелые кольца из проволоки, чтобы фильтры не коробились.

Радиоактивность осадков определялась под счетчиком Гейгера-Мюллера, поправка на самопоглощение β -излучения в толще осадков BaCO_3 вносилась по таблицам [1].

Для проверки метода был произведен ряд контрольных измерений. Вначале были испытаны колбы разного объема от 150 до 750 мл, в которые вносились растворы меченого карбоната с известной радиоактивностью:

Объем испытуемой воды, мл	Радиоактивность раствора, имп/мин
150	884000
400	867000
700	829000
Контроль (раствор сразу вносился в пробирку)	856000

¹ Предварительно в пробирки наливали по 5 мл воды. При использовании дистиллированной или чистой воды осадки BaCO_3 после высыхания трескаются и с ними тяжело работать. Для получения прочных осадков с гладкой поверхностью в пробирки вносят водопроводную воду, в которую добавляют 5 мл хорошо заваренного чая на 100 мл воды.

ИНФОРМАЦИЯ

Всесоюзное совещание-семинар по проблеме отводящих способов защиты рыб на подзаборных сооружениях (В.К. Конобеева)	3
--	---

СООБЩЕНИЯ

Б у т о р и н А.Н. Микрофлора обрастаний электронно-микроскопических сеток в поверхностной пленке донных отложений	4
С а р а л о в А.И., К р ы л о в а И.Н., Б а б а я н Ж.К. Интенсивность фиксации молекулярного азота, нитрификации и денитрификации в водной толще и грунтах высокогорного озера Севан	9
Д о б р ы н и н Э.Г. Продукция и распад органического вещества в гипергалинных озерах Соль-Илецкого соляного купола	13
Л ю б е з н о в Ю.Е., К е м ж а е в М.А. Фитопланктон и качество воды водохранилищ южной Туркмении	15
Д е в я т к и н В.Г. Интенсивность фотосинтеза микрофитобентоса Ивановского водохранилища	18
Б о р о д и ч Н.Д., Л а в р о в В.Л. О донной фауне реки Большой Иргиз	22
Щ е р б и н а Г.Х., Ш и л о в а А.И. К фауне хирономид некоторых озер Калининградской области (Diptera, Chironomidae) ...	26
Б а к а н о в А.И., С т е п а н о в а И.К., Р о м а н е н к о Л.А. Вариабельность некоторых характеристик серого ила Рыбинского водохранилища	31
У м о р и н П.П. Участие простейших в круговороте биогенов и самоочищении водоемов	35
М ы л ь н и к о в А.П. Выделение и культивирование свободноживущих анаэробных бесцветных жгутиконосцев	37
Р о м а н о в а Е.П. Интенсивность обмена Eudiaptomus gracilis Sars и Eudiaptomus graciloides (Lill.)	40
Г о с т е в С.Н., К о з л о в с к и й С.В. О дифференциации популяции леща Саратовского водохранилища	43
К о м о в а Н.И. Морфофизиологическая изменчивость синца Волжского плеса Рыбинского водохранилища	46
Х а л ь к о В.В. К оценке пищевых потребностей молоди окуня и уклей в Рыбинском водохранилище. II. Об определении минимальных суточных рационов молоди окуня и уклей на разных биотопах нагула	50

С и л к и н а Н.И. Сезонные изменения липидов сыворотки крови синца	54
К у з ь м и н а В.В. Активность α -амилазы в пищеварительном тракте и крови леща	58
С т е п а н о в а И.К. Определение микроколичеств железа во взвесах	60
Р о м а н е н к о В.И., Л а й о ш В е р е ш. Метод опреде- ления $^{14}\text{CO}_2$ при исследовании метаболизма у гидробионтов с помощью радиоактивного углерода	64

INFORMATION

All-Union Conference-Seminar on Problems of drawing aside means of fish protection in water intake con- structions (V.K. Konobeeva)	3
---	---

COMMUNICATIONS

B u t o r i n A.N. Microflora growing electrone mic- roscope grids exposed in surface film of bottom se- diments	4
S a r a l o v A.I., K r y l o v a I.N., B a b a - j a n Ts.K. Intensity of molecular nitrogen fixa- tion, nitrification and denitrification in open water and in bottom of the Alpine lake Sevan	9
D o b r y n i n E.G. Production and destruction of organic matter in lakes of Sol-Ilezk	13
L u b e s n o v Yu.E., K e m t s a e v M.A. Phytoplankton and water quality of the reservoirs of South Turkmenia	15
D e v j a t k i n V.G. Intensity of photosynthesis of microphytobenthos of the Ivankovo reservoir	18
B o r o d i t c h N.D., L a v r o v V.L. On bottom fauna of the Bolshoy Irgis river	22
T s c h e r b i n a G.H., S h i l o v a A.I. To fauna of Chironomides of some lakes of the Kalinin- grad region (Diptera, Chironomidae)	26
B a k a n o v A.I., S t e p a n o v a I.K., R o - m a n e n k o V.A. Variability of some characte- ristics of grey silt of the Rybinsk reservoir	31
U m o r i n P.P. Participation of protozoans in nutri- ent circulation and self-purification of reservoirs	35
M y l n i k o v A.P. Isolation and cultivation of free- living anaerobic colourless flagellates	37
R o m a n o v a E.P. Intensity of metabolism in Eudi- aptomus gracilis Sars and Eudiaptomus graciloides (Lill.)	40
G o s t e v S.N., K o s l o v s k y S.V. On dif- ferentiation of bream in the Saratov reservoir	43
K o m o v a N.I. Morphophysiological changes in blue bream in the Volga reach of the Rybinsk reservoir...	46
K h a l k o V.V. To estimation of food requirement of immature perch and bleak in the Rybinsk reservoir. II. On determination of minimum daily ration of imma-	

ture perch and bleak on the various feeding biotopes of	50
S i l k i n a N.I. Seasonal changes in lipids of blue bream blood seerum	54
K u z m i n a V.V. Activity of α -amylase in alimentary tract and blood of bream	58
S t e p a n o v a I.K. Determination of microcontent of iron in suspensions	60
R o m a n e n k o V.I., L i o s h V e r e s h. Methods of $^{14}\text{CO}_2$ determination in investigation of metabolism in hydrobionts by means of radio-active carbon	64

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ № 59

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина

Технический редактор Е.Н. Никитюк

Корректор С.В. Добрянская

ИБ № 20591

Подписано к печати 19.05.83. М-19045. Формат 60х90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4.5. Усл. кр.-отт. 4.75.
Уч.-изд. л. 4.64. Тираж 950. Тип. зак. №2010. Цена 70 к.

Издательство „Наука“, Ленинградское отделение

199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

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