



ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

58

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
№ 58



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 utilisation of biological resources of waterbodies

Biology of Inland Waters
Information Bulletin
N 58

УДК 577.472(28)

Бюллетень содержит ряд коротких сообщений, касающихся разных сторон биологии, экологии и физиологии водных организмов. Ряд работ посвящен изучению круговорота органического вещества. Приводятся балансовые характеристики фосфора и азота в водохранилищах Верхней Волги.

Предназначен для специалистов, работающих в области гидробиологии, ихтиологии и гидрохимии.

Ответственный редактор А.А. БЫЛИНКИНА

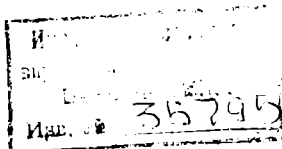
Рецензенты: Л.А.СИРЕНКО, В.Н. ЯКОВЛЕВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 58

Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина
Технический редактор В.В. Шиханова
Корректор М.А. Стрепетова



ИБ № 20590

Подписано к печати 19.01.83. М-18871. Формат 60x90 1/16. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Печ. л. 4 1/2 = 4.50 усл. печ. л. Усл. кр.-отт. 4.75. Уч.-изд. л. 4.51. Тираж 700. Изд. № 8549. Тип. зак. № 1760. Цена 75 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

Б 2001050000-510
042(02)-83 263-83 - II

© Издательство „Наука“, 1983 г.

ВТОРОЕ РАБОЧЕЕ СОВЕЩАНИЕ ПО КАРПОЛОГИИ

По постановлению научного совета по проблеме „Биологические основы рационального использования, преобразования и охраны растительного мира“ с 3 по 5 февраля 1982 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР проходило второе рабочее совещание по карпологии, организованное музеем Ботанического института АН СССР совместно с лабораторией водных растений Института биологии внутренних вод АН СССР. В работе совещания принимали участие более 30 ведущих специалистов в области карпологии, прибывших из разных республик и городов страны.

С докладами по теоретическим вопросам применения данных карпологии в систематике и филогении выступили Р.Е. Левина, З.Т. Артюшенко, А.П. Меликян, Э.С. Терехин. В докладах и дискуссиях было раскрыто значение карпологии для систематики и филогении, намечены основные аспекты и соответствующие им уровни изучения плодов, уточнены основные понятия в области карпологии, показаны возможные подходы к общим теоретическим вопросам этой проблемы. Одобрено применение для целей карпологии электронного сканирующего микроскопа как одного из методов, позволяющих уточнить структуру плодов и семян. Кроме того, были обсуждены вопросы составления руководств и определителей по плодам и семенам, вопросы классификации плодов применительно к преподаванию краткого курса ботаники в институтах (по опыту ЛХФИ). Представитель Литвы А.П. Григас рассказал об исследованиях в области карпологии и карпобиологии в Литовской ССР.

На заключительном заседании была принята резолюция, в которой отмечено, что участники второго рабочего совещания по карпологии отмечают его большое координационное значение и признают работу совещания успешной. Признана целесообразность систематического проведения совещаний по карпологии. Очередное третье совещание решено провести в первой половине 1984 г. в г. Ульяновске по теме, включающей экологические аспекты карпологии. Совещание рекомендовало в целях активизации работ в области карпологии организовать в ВБО или при научном совете секцию репродук-

тивной биологии, включая карпологию, анэкологию, семеноведение и т. п. по проблеме „Биологические основы рационального использования, преобразования и охраны растительного мира“. Предложено усилить работу в области репродуктивной биологии водных растений, особенно растений искусственных водохранилищ. Было одобрено общее направление работ карпологической группы музея БИНа АН СССР по изучению плодов и семян родов флоры СССР.

В.А. Экзерцев, Н.Б. Серафимович

УДК 579.68 (28) : 551.352.2

В.И. Романенко

ОБРАЗОВАНИЕ CaCO_3 НА ПОВЕРХНОСТИ И ВНУТРИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КЛЕТОК В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Равновесие между ионами Ca^{2+} , свободной CO_2 и карбонатами описывается формулой Кольтгофа:

$$K = \frac{[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{HCO}_3']^2 \cdot \alpha^3}{[\text{CO}_2]} = 1.13 \cdot 10^{-4},$$

где $[\text{Ca}^{2+}]$ — концентрация ионов Ca^{2+} ; $[\text{HCO}_3']$ — концентрация ионов HCO_3' ; $[\text{CO}_2]$ — концентрация свободной углекислоты при выражении всех величин в г. экв.; α — активность ионов, равная 1; K — константа равновесия системы. При величинах K , меньших $1.13 \cdot 10^{-4}$, карбонаты будут растворяться, при больших — из раствора будет выпадать CaCO_3 .

Роль бактерий в осаждении карбонатов Ca пока еще изучена слабо. Микроорганизмы, оказывающие воздействие на круговорот органических соединений углерода, образование углекислоты, изменения pH растворов, не могут не оказывать влияния и на карбонатное равновесие в воде озер и водохранилищ. Несомненно, большую роль в равновесии карбонатов играет процесс фотосинтеза. Во многих водоемах на стеблях высших водных растений наблюдается выпадение CaCO_3 .

Образование карбоната кальция вокруг некоторых колоний бактерий на агаризированных средах наблюдали еще в начале века Дрю [6] и Молиш [7], которыми было введено понятие „кальциевые бактерии“, тем не менее процесс выпадения CaCO_3 и роль в нем микроорганизмов изучены мало.

В настоящее время ведется интенсивное исследование форм бактерий в водоемах и почвах с помощью электронной микроскопии. Во многих случаях в бактериальных клетках наблюдаются округлые или продолговатые светлые и темные образования [1–3].



Бактериальные клетки из обрастаний в поверхностной пленке воды, выросшие при условии, когда, согласно формуле Кольтгофа, равновесие карбонатной системы было сдвинуто в сторону выпадения CaCO_3 . Внутри клеток видны кристаллы. Снимок сделан под микроскопом G M-100C. Препарат напылен окисью вольфрама.

В 1978 г. при изучении под электронным микроскопом микрофлоры водохранилищ Кубы мы обратили внимание на тот факт, что большое количество светлых пятен в клетках бактерий наблюдается в случае, когда величина K по формуле Кольтгофа выше константы равновесия и, следовательно, из раствора должен выпадать CaCO_2 [5].

В лабораторных условиях вода из Рыбинского водохранилища была насыщена карбонатом кальция и дополнительно в нее был внесен кальций в виде CaCl_2 , pH воды доведен до 8.8. Для развития бактерий в воду был внесен лист кувшинки.

Формы бактерий из обрастаний электронно-микроскопических сеток в поверхностной пленке воды просматривались под электронным микроскопом. Бактериальные клетки были буквально набиты пузырьками, или кристаллами (см. рисунок). Наблюдаются они у

многих бактерий, но отдельные виды (большие палочковидные формы) содержат их особенно много. Обращает на себя внимание то, что концентрируются кристаллы в центральной части клетки. После обработки сеток, на которых находились бактерии, слабой соляной кислотой они исчезают, что подтверждает их карбонатную природу. Вероятно, карбонат Ca осаждается как на поверхности, так и внутри бактерий.

Л и т е р а т у р а

1. Д у б и н и н а Г.А., Г о р л е н к о В.М. Новые нитчатые фотосинтезирующие зеленые бактерии с газовыми вакуолями. — Микробиология, 1975, т. 64, вып. 1, с. 511-517.
2. Л а п т е в а Н.А. Микрофлора озер Латвийской ССР (электронно-микроскопические исследования). — Гидробиол. журн., 1979, т. 15, № 2, с. 15-22.
3. Н и к и т и н Д.И., В а с и л ь е в а Л.В., Л о х м а ч е в а Р.А. Новые и редкие формы почвенных микроорганизмов. М., 1966. 70 с.
4. Р о м а н е н к о В.И. Об эффективности обрастания бактериями электронно-микроскопических сеток в поверхностной пленке воды. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1979, № 41, с. 17-20.
5. Р о м а н е н к о В.И., П е р е с Е й р и с М., П у б и е н и с М.А. Обнаружение кристаллов карбоната кальция в бактериальных клетках. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1980, № 49, с. 9-11.
6. D r e w H. On the precipitation of calcium carbonate in the sea by marine Bacteria and on the action of denitrifying Bacteria in tropical and temperated seas. — In: Paperz from the Tortugaz Laboratory of the Carnegie Inst. of Washington, 1914, vol. 5, p. 9-15.
7. M o l i s c h H. Über Kalkbakterien und andere kalkfällende Pilze. — Zbl. Bakteriол., Abt. II, 1925, Bd 65, S. 130-145.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

УДК 574.5

Д о б р ы н и н Э.Г.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУЦИРОВАНИЯ И РАСПАДА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СОЛЕННЫХ ВОДОЕМАХ КРЫМА

В последние годы в летний период были выполнены работы по изучению продукционных процессов в некоторых гипергалинных водоемах Крыма [1-4]. При высоких концентрациях солей рапа в

Т а б л и ц а 1

Физико-химическая характеристика водоемов

Водоем	Глубина, см	Прозрачность, см	Соленость, г/л	Температура, °С	pH	O ₂ , мг/л	Карбонаты, мг/л
Сакское озеро	50	Полная	110	-1.4	7.6	7.30	40.8
Сасык-озеро	60	25	120	-0.8	7.8	6.55	53.4
Испарительный бассейн	40	15	145	-1.2	7.8	5.85	67.2

таких водоемах не замерзает при понижении ее температуры до -15°C . Для выявления соотношения продуцирования и деструкции органического вещества в течение всего года необходимы данные, характеризующие эти процессы в зимний период. С этой целью в январе 1977 г. нами были обследованы озера Сакское и Сасык и один из испарительных бассейнов Евпаторийского сольпрома, где определяли интенсивность фотосинтеза фитопланктона, деструкцию органического вещества, общую численность бактерий и скорость их размножения, гетеротрофную ассимиляцию CO_2 в рапе, число сапрофитных бактерий, растущих на РПА с содержанием хлористого натрия от 0 до 25%.

Интенсивность фотосинтеза и гетеротрофную ассимиляцию CO_2 изучали с помощью радиоуглеродного метода [5], используя раствор изотопа ^{14}C с удельной активностью $1.3 \cdot 10^6$ и $5.2 \cdot 10^6$ имп/(мл·мин) соответственно. При определении растворенного кислорода по Винклеру прибавляли тройные количества реактивов. Плотность рапы, по которой рассчитывали ее соленость, измеряли ареометром до третьего знака, pH – полевым электрическим pH-метром. Остальные использованные методы описаны в практическом руководстве В.И. Романенко и С.А. Кузнецова [5].

Глубины водоемов колебались около 0.5 м. Температура рапы в них была слабоотрицательной (табл. 1) при температуре воздуха $-8 - -12^{\circ}\text{C}$. Величины солености в период обследования были в 1.5–2 раза меньше, чем в конце лета, но выше, чем весной, когда рапа за счет талых и атмосферных вод разбавляется в оз. Сакском до 40–50 г/л, а в Сасык – до 60–70 г/л.

Низкая температура рапы обусловила довольно высокое содержание растворенного кислорода, величина которого летом составляла 2–3 мг/л. Интенсивность фотосинтеза во всех обследованных водоемах оказалась крайне низкой и колебалась от 2.1 до 2.9 мкгС/(л·сут) (табл. 2). В то же время средние показатели этой величины в летние месяцы в озерах Сакском и Сасык составляли 1910 и 1120 мкгС/(л·сут), а в подготовительном бассейне

Т а б л и ц а 2

Продукция фитопланктона и деструкция органического вещества
в исследованных водоемах

Водоем	Интенсивность фотосинтеза, мкгС/ (л·сут)	Деструкция в рапе, мг О ₂ / (м ² ·сут)	Деструкция в илах, мгО ₂ / (м ² ·сут)
Сакское озеро	2.5	175.2	50.2
Сасык-озеро	2.9	180.0	42.0
Испарительный бассейн	2.1	60.0	-

сольпрома — 2480 мкг С/ (л·сут). Ослабление интенсивности фотосинтеза зимой по сравнению с вегетационным периодом произошло в сотни, а в испарительном бассейне более чем в 1000 раз. С довольно высокой интенсивностью происходил распад органического вещества в водной массе в зимний период (табл. 2). Летом деструкция органического вещества составляла в среднем 770, 750 и 850 мг О₂/ (м²·сут) в Сакском, Сасык озерах и подготовительном испарительном бассейне соответственно. Снижение деструкции в водной массе при столь значительном падении температуры (от 28–30°C до –1°C) произошло в 4–5 раза, а в илах по сравнению с летними месяцами 1974 г. — в 6–7 раз.

Общее количество бактерий в рапе гипергалинных водоемов зимой колебалось от 11.0 млн. кл./мл в оз. Сасык до 24.6 млн. кл./мл в рапе испарительного бассейна (табл. 3) и было в 2–3 раза меньшим, чем в летние месяцы.

Были предприняты попытки найти время генерации бактерий по прямому счету. После 3-суточной экспозиции рапы, профильтрованной через мембранный фильтр с порами 3.5 мкм, получили такие же величины численности бактерий, как и в исходной пробе.

Общая активность бактериопланктона характеризуется величинами гетеротрофной ассимиляции СО₂, отнесенными у такой же численности бактериопланктона. Эти показатели в рапе Сакского озера и испарительного бассейна были в 10 раз, а в оз. Сасык — в 3.5 раза ниже, чем в летние месяцы. Численность сапрофитных бактерий в обследованных водоемах составляла несколько сот клеток в 1 мл рапы (табл. 3). В Сакском и Сасык озерах они вырастали главным образом (в оз. Сакском исключительно) на бессолевой и слабосоленой средах. Очевидно, эти микроорганизмы были внесены в озера с пылью вследствие отсутствия в период обследования сплошного снежного покрова при постоянном сильном ветре со стороны степи.

При обследовании высокосолёных водоемов Крыма зимой обнаружено, что процесс фотосинтеза фитопланктона испытывал сильное (в несколько сот раз) угнетение по сравнению с летним периодом. Деструкция органического вещества была в 4–7 раз ниже, чем ле-

Т а б л и ц а 3

Численность и характеристика активности бактериопланктона

Водоем	Общее количество бактерий, млн. кл./мл	Гетеротрофная ассимиляция, мкгС/(л·сут)	Число сапрофитов (кл./мл) на РПА с NaCl (%)			
			0	5	12.5	25
Сакское озеро	11.9	0.106	250	390	—	0
Сасык-озеро	11.0	0.164	480	400	170	2
Испарительный бассейн	24.6	0.049	365	1000	510	46

том. Таким образом, распад органического вещества зимой значительно превышал его продуцирование. В вегетационный период (май–октябрь 1974 г.) первичная продукция превышала полную аэробную деструкцию в 2.5–4 раза. Очевидно, образующийся летом избыток органического вещества и высокое содержание в рапе зимой растворенного O_2 в значительной степени ослабляют угнетающее влияние низкой температуры на деструкционные процессы. Общее количество бактерий в рапе оставалось высоким и в зимние месяцы, но активность бактериопланктона была слабой.

Л и т е р а т у р а

1. Д о б р ы н и н Э.Г. Микробиологическая характеристика Сиваша и испарительных бассейнов соляных промыслов. – В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1974, № 22, с. 4–7.
2. Д о б р ы н и н Э.Г. Интенсивность фотосинтеза в соленых озерах Крыма. – В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1978, № 37, с. 26–29.
3. Д о б р ы н и н Э.Г. Первичная продукция в рапных водоемах Крыма. – В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1978, № 38, с. 20–23.
4. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Микрофлора Сиваша и некоторых соляных промыслов Крыма. – В кн.: Физиология водных организмов и их роль в круговороте органического вещества. Л., 1969, с. 7–23.
5. 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.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

В.А. Г а в р и л о в а

ИЗУЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ПЛЕНКИ В ВОДЕ ОТКРЫТОЙ ЧАСТИ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ПОМОЩЬЮ СТЕКОЛ ОБРАСТАНИЯ

Подобно растениям и животным, микроорганизмы в естественных условиях образуют своего рода микробиоценозы. В настоящее время имеется немного методов, с помощью которых можно изучать эти ценозы в натуральном виде [2, 3]. В гидробиологию метод изучения водного населения на стеклах ввел Хеншел в 1916 г., а М.Г. Холодный [4] предложил изучать на них бактериальное население.

В тонком поверхностном слое воды на границе с воздухом, где формируется бактериальная пленка и количество бактерий на 2–3 порядка выше, чем в нижележащих горизонтах [1], очень активно протекают процессы обрастания полупогруженных стекол. В данной работе была поставлена задача с помощью стекол обрастания исследовать закономерности формирования бактериальной пленки в воде в зависимости от различных факторов.

Опыт проводился в мае, июне, августе и сентябре 1978 г. с водой из Рыбинского водохранилища, доставленной в лабораторию из трех станций, расположенных в открытой части водоема. В экспериментах использована методика В.И. Романенко с соавторами [3]. Продолжительность экспозиции стекол – 3 суток.

Численность бактерий на стеклах обрастания зависела от сезона года, места отбора проб и времени экспозиции. В поверхностном слое воды толщиной 10 мкм на I станции их количество колебалось в пределах 1.4–8.0 млн. кл./см² (см. таблицу). В июне и августе численность бактерий на стеклах достигала максимальной величины на 3-и сутки экспозиции, в сентябре – уже на 2-е. Более интенсивное развитие бактерий в сентябре связано, вероятно, с массовым отмиранием водорослей в водоеме.

Аналогичная закономерность в развитии бактерий наблюдалась в опытах с водой остальных станций. В слое воды 10 мкм на II станции количество микроорганизмов колебалось от 1.6 до

Общая численность бактерий в поверхностной пленке воды открытой части водохранилища на глубине 10 мкм, млн. кл./см²

Стан- ция	Май			Июнь			Август			Сентябрь		
	1-е	2-е	3-и	1-е	2-е	3-и	1-е	2-е	3-и	1-е	2-е	3-и
I	3.2	3.6	3.8	1.4	4.2	4.4	3.2	5.6	5.8	2.4	8.0	7.6
II	2.6	5.6	4.4	-	-	-	1.6	2.4	2.4	1.8	5.8	5.8
III	1.8	3.4	7.2	0	3.0	2.4	-	-	-	1.4	4.8	3.8

П р и м е ч а н и е. Прочерк – отсутствие данных; нуль – отсутствие пленки; 1–3 – сутки с начала опыта.

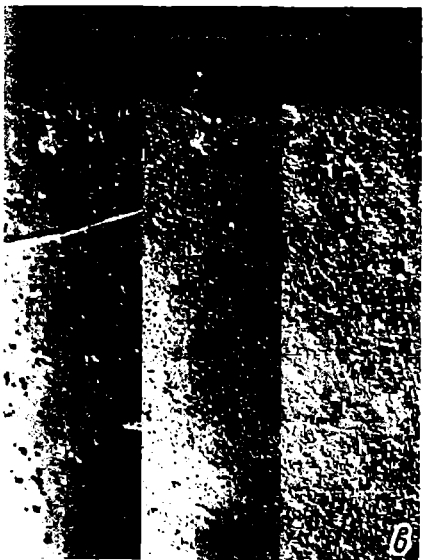
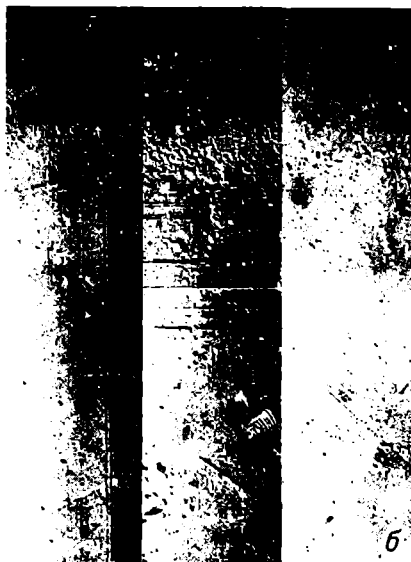
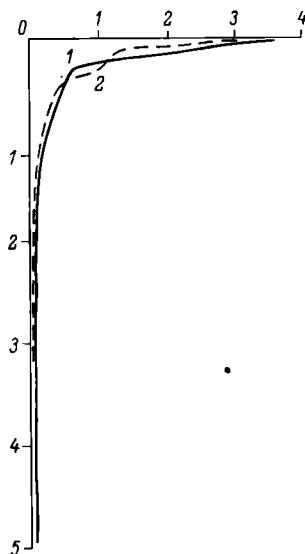


Рис. 1. Стекла обрастания со ст. I под световым микроскопом при увеличении 1800.

а - май, б - июнь, в - август, г - сентябрь.

Рис. 2. Изменение численности бактерий в зависимости от глубины. 1 - ст. I, 2 - ст. II.

По оси ординат - глубина, см, по оси абсцисс - количество бактерий, млн. кл./см².



5.8 млн. кл./см² и от 1.8 до 7.2 млн. кл./см² - на III станции. Наибольшее количество бактерий в этом слое воды на I и II станциях наблюдалось в сентябре, а в воде на III станции - в июне, когда оно было равным 6, 4.4, 4.1 млн. кл./см² соответственно.

Чтобы наглядно представить бактериальную пленку, образующуюся на границе раздела фаз вода-воздух, и определить ее толщину, нами сделаны микрофотографии стекол обрастания с применением интерферирующего фазового контраста на микроскопе Zetopan при увеличении: объектив x 65, окуляр x 10 (рис. 1).

Наибольшей толщины пленка достигала обычно на 2-3-и сутки экспозиции стекол. При этом в воде на I станции в августе толщина пленки была порядка 100 мкм, а в сентябре - 60 мкм. В сентябре нижняя граница пленки была нечеткой. В воде на II станции в течение всего периода наблюдений толщина пленки не превышала 10-30 мкм. Наиболее интенсивное обрастание стекол наблюдалось в сентябре, причем в отличие от I станции нижняя граница пленки была четко выражена. В пробах воды, взятых на III станции, наиболее мощная бактериальная пленка образовывалась в середине июня и достигала 60 мкм.

На микрофотографиях видно, что по мощности обрастания резко выделяется самый поверхностный слой воды, толщиной 5-40 мкм, глубже бактерий значительно меньше (рис. 2).

Л и т е р а т у р а

1. З а в а р з и н Г.А. Бактериальное население поверхностной пленки воды в естественных водоемах дельты Волги. - Тр. Ин-та микробиол. АН СССР, 1955, вып. 4, с. 196-201.
2. П е р ф и л ь е в Б.В., Г а б е Д.Р. Капиллярные методы исследования микроорганизмов. М., 1961. 515 с.
3. Р о м а н е н к о В.И., П у б л и е н е с А в р о р а, Д а у к ш т а А.С. Развитие бактерий и их активность в поверхностной пленке воды в экспериментальных условиях. - Микробиология, 1978, т. 67, вып. 1, с. 149-157.

4. Холодный М.Г. До методики кількісних досліджень бактерійного планктону. — Тр. фізично-математичного відділу, 1928, т. 10, вып. 2, с. 85–99.

Куйбышевская станция ИБВВ АН СССР

УДК 579. 68 (285. 2)

Е.А. Лепилова

ОБРАСТАНИЕ ПРЕДМЕТНЫХ СТЕКОЛ БАКТЕРИЯМИ В ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛЕНКЕ ВОДЫ ПРИБРЕЖЬЯ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В настоящее время имеется очень мало методов изучения микробиоценозов в их натуральном виде. Можно указать лишь на метод М.Г. Холодного [4] и метод капилляров [2]. Метод обрастания стекол позволяет наблюдать бактериальное население поверхностной пленки, которая является своеобразной экологической нишей. Численность микроорганизмов здесь на 2–3 порядка выше, чем в толще воды [1]. Однако сведения о характере изменения количественного и видового состава микрофлоры с глубиной практически отсутствуют.

В задачу настоящей работы входило: во-первых, определить интенсивность обрастания предметных стекол на границе фаз вода–воздух и, во-вторых, проследить распределение микроорганизмов по глубине. Пробы воды для опытов отбирались на трех станциях при-

брежной зоны Рыбинского водохранилища в мае, июне, августе и сентябре 1978 г. 3-суточные опыты проводили по методике В.И. Романенко с соавторами [3].

Исследования показали, что на полупогруженных стеклах в поверхностном слое воды после суточного экспонирования образуется плотная полоса бактериального обрастания. Основная масса бактерий прикрепляется к стеклам на глубине от 10 до 100 мкм.

На I станции количество бактерий в верхнем слое водяной пленки толщиной 10 мкм колебалось от 2.7 до 10 млн. кл./см².

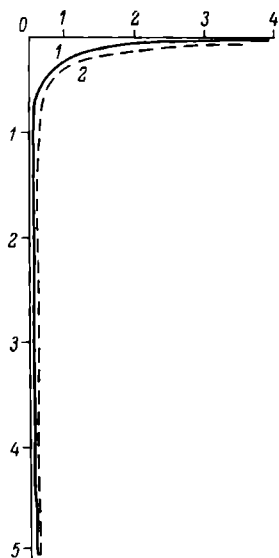


Рис. 1. Изменение численности бактерий в зависимости от глубины.

1 — ст. I. 2 — ст. II.

По оси абсцисс — количество бактерий, млн. кл./см²; по оси ординат — глубина, см.



Рис. 2. Стекла обрастания под световым микроскопом при увеличении 1800.

а - май, б - июнь, в - август, г - сентябрь.

Общая численность бактерий в поверхностной пленке воды прибрежной части водохранилища на глубине 10 мкм, млн. кл./см²

Станция	Май			Июнь			Август			Сентябрь		
	1-е	2-е	3-и	1-е	2-е	3-и	1-е	2-е	3-и	1-е	2-е	3-и
I	6.7	5.1	4.0	2.7	4.8	3.3	6.4	7.2	4.2	4.8	10.0	6.9
II	11	3.8	3.0	3.0	4.0	6.6	2.1	5.0	4.6	5.4	14.7	6.8
III	5.5	4.9	4.2	5.4	6.2	3.8	3.3	4.0	3.8	5.4	13.9	8.7

Примечание 1-3 - сутки с начала опыта.

На глубине 5 см от поверхности насчитывалось только 0.02-0.3 млн. кл./см² бактерий, т. е. на 2-3 порядка ниже, чем в поверхностной пленке (рис. 1). В мае наибольшее количество микроорганизмов на стеклах отмечено в 1-е сутки после начала опыта, в остальные месяцы - на 2-е сутки. Максимальная их численность (до 10 млн. кл./см²) наблюдалась в сентябре (см. таблицу).

В поверхностной пленке воды на II станции количество бактерий колебалось от 3.0 до 14.7 млн. кл./см². Плотность бактериальных обрастаний с глубиной уменьшалась до 0.04-0.54 млн. кл./см². Во все месяцы обрастание стекол особенно интенсивно происходило в первые двое суток.

Количество бактерий в воде, отобранной на III станции, колебалось от 3.3 до 13.9 млн. кл./см². Как и на других станциях, с глубиной число бактерий резко убывало, развитие их происходило с той же скоростью, что и на первых двух, достигая максимума на 1-е или 2-е сутки. Наибольшая численность микроорганизмов (13.9 млн. кл./см²) наблюдалась также в сентябре. Осенний максимум обусловлен, по-видимому, высокой концентрацией органического вещества, поступившего в воду в процессе разложения высшей водной растительности и водорослей.

На микрофотографиях (рис. 2) отчетливо видна полоса бактериального обрастания. На I станции наиболее интенсивное обрастание стекол происходило в мае и сентябре, толщина полосы тогда достигала 80-100 мкм. Минимальное обрастание отмечено в августе. В воде на II станции обрастание стекол наиболее интенсивно происходило в августе и сентябре. Толщина пленки колебалась в пределах 30-100 мкм. Интенсивное обрастание стекол в воде на III станции наблюдалось в июне и сентябре. В сентябре почти во всех проведенных опытах нижняя граница поверхностной пленки была выражена слабо, так как с увеличением глубины численность бактерий снижалась незначительно.

Таким образом, на погруженных стеклах в зоне соприкосновения с поверхностной пленкой воды образуется четко очерченная полоса обрастания толщиной от 10 до 100 мкм. Численность бактерий в этом слое зависит от сезона года, места отбора проб и длительности опыта. В прибрежной зоне предметные стекла обрастают интенсивнее и толщина бактериальной пленки на них больше, чем в открытой части водоема.

1. З а в а р з и н Г.А. Бактериальное население поверхностной пленки воды в естественных водоемах дельты Волги. – Тр. Ин-та микробиол. АН СССР, 1955, вып. 4, с. 196–201.
2. П е р ф и л ь е в Б.Г., Г а б е Д.Р. Капиллярные методы изучения микроорганизмов. М., 1961. 515 с.
3. Р о м а н е н к о В.И., П у б и е н е с Аврора, Д а у к - ш т а А.С. Развитие бактерий и их активность в поверхностной пленке воды в экспериментальных условиях. – Микробиология, 1978, т. 67. вып. 1, с. 149–157.
4. Х о л о д н ы й М.Г. До методики кількісних досліджень бактерійного планктону. – Тр. фізично-математичного відділу, 1928, т. 10, вып. 2, с. 85–99.

Куйбышевская станция ИБВВ АН СССР

УДК 574. 583 (28):581 + 547. 971. 1

В.А. Е л и з а р о в а

К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ ХЛОРОФИЛЛА В ПРЕСНОВОДНОМ ФИТОПЛАНКТОНЕ

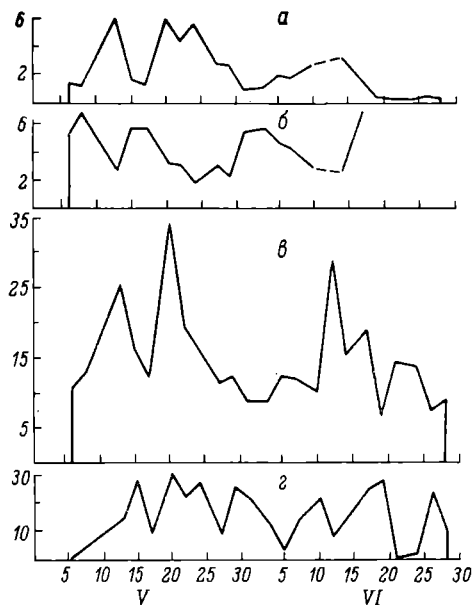
Содержание хлорофилла в фитопланктоне определяется интенсивностью светового потока, концентрацией в воде биогенных элементов и таксономическим составом водорослей. По некоторым данным [1, 5, 6], оно также зависит от величины биомассы фитопланктона. Эти сведения получены при суммировании данных, относящихся к различным фитоценозам, как правило находящимся на разных этапах существования. Цель настоящей работы – выяснить взаимосвязь между содержанием пигмента в фитопланктоне и его биомассой в процессе вегетации определенного комплекса фитопланктона.

Наблюдения велись за весенним сообществом планктонных водорослей, развивавшемся в Волжском плесе Рыбинского водохранилища в мае–июне 1974 г. Пробы воды отбирались на стандартной станции № 1 в фотическом слое (0–2 м) трижды в неделю, отбор проб производился плексигласовым батометром Рутнера.

Хлорофиллы „а“, „в“, „с“, сумма растительных каротиноидов, продукты распада хлорофилла „а“ (феопигменты) анализировались спектрофотометрически по ранее описанной методике [4]. Дополнительные пигменты определялись для характеристики физиологического состояния фитопланктона на основании их соотношения с хлорофиллом „а“. Биомасса фитопланктона вычислялась общепринятым способом (10^9 мкм³ принималось равным 1 мг).

Следует отметить, что вместо ожидаемого плавного нарастания и снижения биомассы выявились 3 ее подъема и спада (см. рису-

35795п



Динамика биомассы и содержания хлорофилла в фитопланктоне Волжского плеса Рыбинского водохранилища с 6 мая по 28 июня 1974 г.

а — биомасса, мг/л; б — содержание хлорофилла „а“ в сыром фитопланктоне, мкг/мг; в — концентрация хлорофилла „а“, мкг/л; г — содержание феопигментов, % от суммы с „чистым“ хлорофиллом „а“.

нок, а). Это подтверждается аналогичной динамикой концентрации хлорофилла „а“ (см. рисунок, в). Правда, сходство нарушалось с середины июня, когда весеннее сообщество сменилось летним. В биомассе последнего почти в 10 раз выросла доля зеленых водорослей, которые намного богаче хлорофиллом, чем диатомовые [8], определявшие облик фитопланктона весной.

Сопоставление кривых, отражающих изменение биомассы весеннего планктона и содержания в ее единице хлорофилла, показывает, что они почти зеркально отражают одна другую (см. рисунок, а, б): нарастанию биомассы соответствует снижение в ней количества пигмента. Минимальные значения последнего показателя обнаружены в пиках биомассы. Одна из наиболее вероятных причин этого — отмирание доминирующих популяций. Содержание в них мертвых и отмирающих клеток иногда достигает до 100%, особенно у видов, которые обладают совершенными парашютными приспособлениями, позволяющими „трупам“ дольше оставаться во взвешенном состоянии [3]. Распознавание (без специальной обработки) таких экземпляров

Величины отношений (к./хл. „а“) и (хл. „с“/хл. „а“) за время наблюдений

Дата	к./хл. „а“	хл. „с“/хл. „а“	Дата	к./хл. „а“	хл. „с“/хл. „а“
6 V	0.8	0.3	5 VI	1.0	0.4
8 V	1.0	0.5	7 VI	1.0	0.5
13 V	1.1	0.5	10 VI	0.8	0.4
15 V	0.9	0.3	12 VI	0.9	0.3
17 V	1.1	0.6	14 VI	1.0	0.6
20 V	1.1	0.4	17 VI	1.0	0.5
22 V	0.9	0.2	19 VI	1.1	0.3
24 V	0.9	0.3	21 VI	1.2	0.7
27 V	0.8	0.3	24 VI	1.2	0.7
29 V	1.2	0.6	26 VI	1.2	0.4
31 V	0.9	0.5	28 VI	1.7	1.1
3 VI	1.0	0.4			

крайне затруднительно, что приводит к завышению расчетной биомассы и, следовательно, занижению содержания в ней пигмента.

Обогащение фитопланктона хлорофиллом после максимумов, на спадах биомассы, частично можно объяснить влиянием новых, активно метаболизирующих видов. Так, *Stephanodiscus incognitus*, обусловивший вспышку биомассы с 6 по 17 мая, постепенно замещался *Melosira italica*, *M. islandica*, *Stephanodiscus astraea*, которые сохраняли доминирующее положение до 31 мая, а в дальнейшем уступили его *Melosira italica* subsp. *subarctica* и *Diatoma elongatum*. Но вероятнее всего, что упомянутый факт обязан выпадению к этому времени отмерших клеток из фотического слоя. В противном случае следовало ожидать возрастания отношений каротиноиды / хлорофилл „а“ (к./хл. „а“) и хлорофилл „с“ / хлорофилл „а“ (хл. „с“/хл. „а“), чего, однако, не наблюдалось (см. таблицу).

Примечательно, что эти отношения колебались незакономерно и незначительно в течение всей весны. Величина к./хл. „а“ чаще равнялась 0.9–1.0, а хл. „с“/хл. „а“ = 0.3–0.5. В начале же лета (после 17 июня) она заметно повысилась. Усиление каротиногенеза присуще растениям, испытывающим воздействие неблагоприятных факторов среды [7]. В данном случае таким фактором, по-видимому, явилось обеднение воды биогенными элементами после весенней вспышки фитопланктона. Некоторые авторы [9] с дефицитом питания связывают также и повышение величины хл. „с“/хл. „а“. Действительно, в культурах диатомовых водорослей, обеспеченных питательными солями, значения хл. „с“/хл. „а“ составляют всего 0.1–0.2 [8]. В фитопланктоне, состоящем преимущественно из диатомовых, они выше, к тому же находятся в обратной зависимости от уровня трофии водоема [2].

Водные массы Рыбинского водохранилища постоянно подвергаются интенсивному ветровому перемешиванию, в результате чего осадоч-

ный детрит (один из источников „мертвого“ хлорофилла) поступает в верхние слои воды. Этим объясняется отсутствие закономерного изменения содержания феопигментов в процессе наблюдений (см. рисунок). В целом количество дериватов хлорофилла не превышало 30% от суммы с „чистым“ хлорофиллом. Чаше всего оно составляло 0–10 и 25–30%, что характерно для открытых участков пресных водоемов.

Таким образом, специально проведенные наблюдения свидетельствуют об обратном характере зависимости между содержанием хлорофилла в фитопланктоне и его биомассой.

Л и т е р а т у р а

1. Е л и з а р о в а В.А. Содержание фотосинтетических пигментов в единице биомассы фитопланктона Рыбинского водохранилища. – В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974, с. 46–66.
2. Е л и з а р о в а В.А. Содержание фотосинтетических пигментов в фитопланктоне водоемов разного типа. Автореф. канд. дис. М., 1975. 28 с.
3. Е л и з а р о в а В.А. О выживании летом весенних форм планктонных диатомей. – В кн.: Флора и растительность водоемов бассейна Верхней Волги. Рыбинск, 1979, с. 56–66.
4. Е л и з а р о в а В.А., С и г а р е в а Л.Е. Содержание пигментов фитопланктона в мелководной зоне Рыбинского водохранилища. – В кн.: Гидробиологический режим прибрежных мелководий верхневолжских водохранилищ. Ярославль, 1976, с. 133–147.
5. М и х е е в а Т.М. Оценка продукционных возможностей единицы биомассы фитопланктона. – В кн.: Биологическая продуктивность эвтрофного озера. М., 1970, с. 50–70.
6. М и х е е в а Т.М., Б у с ь к о С.А. К изучению фитопланктона Волги и его продукционных особенностей. – Водные ресурсы, 1975, № 1, с. 101–109.
7. О з о л и н а И.А., М о ч а л к и н А.И. Роль пигментов в защитно-приспособительных реакциях растений. – Изв. АН СССР Серия биол., 1972, № 1, с. 96–102.
8. П ы р и н а И.Л., Е л и з а р о в а В.А. Спектрофотометрическое определение хлорофиллов в культурах некоторых водорослей. – В кн.: Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л., 1971, с. 56–66.
9. С у щ е н я Л.М., Ф и н е н к о З.З. К изучению продуктивности планктона тропической части Атлантического океана. Содержание пигментов в планктоне. – Океанология, 1964, т. 4, № 5, с. 866–872.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

О.Н. Доценко, И.М. Распопов

ЗАРАСТАНИЕ ОЗ. ИЛЬМЕНЬ

Оз. Ильмень расположено на юго-западной окраине Новгородской области, на территории обширной Приильменской низины. Оно имеет блюдцеобразную котловину с более пологими склонами в западной половине. Средняя глубина оз. Ильмень равняется 3 м, а максимальная – около 5 м при отметке уровня 18.4 м. Площадь водной поверхности равна 1180 км², а объем водной массы – 3.53 км³. Современное дно озера сложено 9–10-метровой толщей ила с незначительным содержанием органического вещества. Прибрежная полоса состоит из песчаных отложений, наиболее обширных в устьях рек. По соотношению основных компонентов солевого состава оз. Ильмень относится к водоемам карбонатнокальциевого типа со средней минерализацией 125 мг/л.

Сведений о высшей водной растительности оз. Ильмень очень мало, а специальные публикации вообще отсутствуют. В 1979 г. нами были проведены исследования водной растительности озера, в ходе которых был выявлен видовой состав водных растений, сделано 106 описаний сообществ макрофитов, определена степень зарастания озера и его отдельных заливов, собран материал по фитомассе макрофитов (взято 42 укоса) и подсчитана их продукция. Работы велись по общепринятой методике [1, 2].

Оз. Ильмень зарастает 32 видами высших водных растений, в их число входят 19 воздушно-водных, 7 – с плавающими листьями и 6 погруженных макрофитов (табл. 1). Наиболее распространен камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.), встречающийся в 16 ассоциациях из 20, выявленных в озере. В 14 ассоциациях отмечен рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.), в 12 – сусак зонтичный (*Butomus umbellatus* L.) и стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.), в 10 – горец земноводный (*Polygnum amphibium* L.).

В оз. Ильмень описаны фитоценозы, относящиеся, как упомянуто выше, к 20 ассоциациям, эдификаторами в которых являются 16 видов макрофитов, однако главенствующая роль в зарастании озера принадлежит 4 видам водных растений – рдестам пронзеннолистному и блестящему (*Potamogeton lucens* L.), горцу земноводному и камышу озерному.

Площади всех описанных выше сообществ макрофитов приведены в табл. 2. Общая площадь зарастания немного превышает 100 км², что составляет 8.5% площади озера. Вполне естественно, что озеро зарастает неравномерно. Мелководные заливы северо-восточной, восточной и юго-восточной частей и приустьевое района р. Шелонь зарастают очень интенсивно – на 70–90% (до 100%). На долю заливов, площадь которых около 93 км², приходится 76.4 км², или 6.5% общей площади зарастания оз. Ильмень. Основным плес

Т а б л и ц а 1

Список макрофитов оз. Ильмень

Вид растения	А	Б
<i>Digraphis arundinacea</i> (L.) Trin.	3	-
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	1	-
<i>C. acuta</i> L.	7	1
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult.	4	-
<i>E. palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	10	1
<i>Scirpus lacustris</i> L.	16	2
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	2	-
<i>Butomus umbellatus</i> L.	12	2
<i>Caltha palustris</i> L.	2	-
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	7	2
<i>Juncus</i> Sp.	1	-
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	1	-
<i>Lythrum salicaria</i> L.	4	-
<i>Naumburgia thyrsiflora</i> (L.) Reichb.	2	-
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	5	1
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	12	1
<i>Senecio paludosus</i> L.	1	-
<i>Sium latifolium</i> L.	7	-
<i>Nymphaea candida</i> J. Presl.	1	-
<i>Polygonum amphibium</i> L.	10	2
<i>Sparganium simplex</i> Huds.	8	1
<i>Sp. ramosum</i> Huds.	3	1
<i>Nuphar luteum</i> (L.) Smith	1	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	14	1
<i>P. lucens</i> L.	2	2
<i>P. heterophyllus</i> Schreb.	6	1
<i>P. compressus</i> L.	1	-
<i>P. pectinatus</i> L.	2	1
<i>Lemna trisulca</i> L.	3	-
<i>Stratiotes aloides</i> L.	8	1
<i>Riccia fluitans</i>	1	-

П р и м е ч а н и я. А - число ассоциаций, в которых встречается растение. Б - число ассоциаций, в которых растение является эдификатором.

озера зарастает на 2% (около 24 км²) в основном сообществами 2 видов рдеста - *Potamogeton perfoliatus* и *P. lucens*, фитоценозы которых протягиваются полосой, местами прерывающейся, от истока р. Волхов вдоль северо-восточного берега до Синешского залива. Фитоценозы рдеста пронзеннолистного оконтуривают дельту р. Ловать, а также хорошо развиты при устье р. Шелонь.

Т а б л и ц а 2

Площади сообществ макрофитов в оз. Ильмень

Эдификатор формации	Площадь, га		
	в открытой части	в заливах	всего по озеру
<i>Carex acuta</i> *	-	34.0	34.0
<i>Eleocharis palustris</i>	36.0	19.0	55.0
<i>Scirpus lacustris</i>	98.0	1036.0	1134.0
<i>Butomus umbellatus</i>	28.5	25.5	54.0
<i>Equisetum fluviatile</i>	7.8	0.6	8.4
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	-	10.5	10.5
<i>Polygonum amphibium</i>	5.0	165.5	170.5
<i>Sparganium simplex</i>	-	35.0	35.0
<i>S. ramosum</i>	-	12.4	12.4
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	1926.0	6304.0	8230.0
<i>P. lucens</i>	285.0	-	285.0
<i>P. heterophyllus</i>	6.7	-	6.7
<i>P. pectinatus</i>	-	2.0	2.0
В с е г о :	2393.0	7644.5	10037.5

* В таблице указана лишь площадь сообществ осоки острой, находящихся в воде. Обширные площади осоковых лугов из затопляемых в половодье прибрежьях озера и островах не учитывались.

Зарастают заливы в целом довольно однообразно. Центральные части их, как правило, занимают разреженные группировки рдеста пронзеннолистного. Ближе к берегам сомкнутость сообществ рдеста возрастает. Вдоль берегов протягиваются заросли камыша озерного. Полоса камыша обычно состоит из отдельных массивов различной величины, между которыми располагаются фитоценозы рдеста пронзеннолистного и горца земноводного, размеры и количество последних заметно возрастают в верховьях заливов. Сообщества камыша в верхних частях заливов, помимо прибрежной полосы, располагаются пятнами по всей акватории, что особенно характерно для Синецкого залива.

Вблизи устьев протоков в дельте р. Ловать и в других районах оз. Ильмень вдоль берега протягиваются полосами группировки сусака зонтичного, ситняга болотного, ежеголовника простого, а в Синецком, Тулебльском и Маковском заливах, примыкая к камышовым зарослям или сообществам ситняга болотного, протягивается полоса (шириной от 5 до 30 м) стрелолиста обыкновенного.

Прибрежья островов в дельтах рек заняты группировками осоки острой со значительной примесью поручейника широколистного. Площадь осоковых группировок, произрастающих в воде, невелика, одна-

Т а б л и ц а 3

Фитомасса и годовая продукция макрофитов в оз. Ильмень

Эдификатор формации	Фитомасса, т, абсолютно-сухая масса	Годовая продукция, т	
		абсолютно-сухая масса	органический углерод
<i>Carex acuta</i>	53.0	63.6	25.4
<i>Eleocharis palustris</i>	31.2	37.5	15.0
<i>Scirpus lacustris</i>	4250.0	5100.0	2040.0
<i>Butomus umbellatus</i>	118.5	142.4	57.0
<i>Equisetum fluviatile</i>	11.1	13.4	5.4
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	3.5	10.0	4.0
<i>Polygonum amphibium</i>	266.8	800.0	320.0
<i>Sparganium simplex</i>	35.5	42.6	17.0
<i>S. ramosum</i>	106.0	127.2	51.0
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	8290.0	9950.0	3980.0
<i>P. lucens</i>	430.0	515.0	206.0
<i>P. heterophyllus</i>	3.4	4.1	1.6
<i>P. pectinatus</i>	0.36	0.4	0.2

ко поемные осоковые луга, обогащенные разнотравьем, занимают огромные площади на островах в дельтах рек, впадающих в оз. Ильмень.

Для определения продукции макрофитов в оз. Ильмень во всех типах сообществ были отобраны укусы. С учетом особенностей за-растания, сомкнутости группировок была подсчитана фитомасса эдификаторных видов макрофитов в озере (табл. 3), общая величина которой в 1979 г. составила 13.6 тыс. т абсолютно-сухого вещества. Используя применявшуюся нами ранее формулу [3, 4], была подсчитана годовая продукция высших водных растений, выражающаяся величиной 6.72 тыс. т органического углерода, или 5.7 г С/м² площади озера. В переводе на площадь зарослей водных растений эта величина составляет 66.9 г С/м². По величине продукции макрофитов и по другим биологическим показателям, оз. Ильмень можно отнести к мезотрофному типу.

Л и т е р а т у р а

1. Б е л а в с к а я А.П. Высшая водная растительность. — В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975, с. 117–132.
2. К а т а н с к а я В.М. Методика исследования высшей водной растительности. — В кн.: Жизнь пресных вод. М.; Л., 1956, т. 4, ч. 1, с. 160–182.

3. Распопов И.М. Фитомасса и продукция макрофитов Онежского озера. – В кн.: Микробиология и первичная продукция Онежского озера. Л., 1973, с. 123–142.
4. L i e t h H. Ökologische Fragestellungen bei der Untersuchung der biologischen Stoffproduktion. Einführung, Definition und Wachstumsanalysen. – Qual. plant et mater., veg., 1965, t. 12, N 3, S. 241–261.

Институт озераведения АН СССР

УДК 595.1

Е.М. Коргина

К БИОЛОГИИ GYRATRIX HERMAPHRODITUS (TURBELLARIA)

До настоящего времени вопросы биологии ресничных червей остаются малоизученными, так же как не совсем ясна роль данных червей в водных биоценозах.

Для изучения взят представитель прямокишечных турбеллярий (*Rhabdocoela*) – *Gyratrix hermaphroditus* – убиквист, населяющий пресные, солоноватоводные и морские водоемы. Этот вид – один из массовых видов турбеллярий пруда окрестностей пос. Борок Ярославской обл. Средняя численность его в весенне-осенний период достигала 8,8 тыс. экз./м². *G. hermaphroditus* имеет почти цилиндрическое, слабо сплющенное дорзовентрально тело, размером до 2 мм. Передний конец его вытянут в хоботок. Через бесцветную паренхиму хорошо просматривается пара темных глаз на заднем конце – стилет копулятивного органа. *G. hermaphroditus* хорошо выносит длительное содержание в искусственных условиях. Культивировать можно очень молодых животных, выловленных из водоема, или рожденную в лаборатории молодь.

Эксперименты проводились в лабораторных условиях при температуре 21–23°C. Животные содержались в чашках Петри, часовых стеклах или специально изготовленных для этих целей сосудах емкостью 3–4 см³. Для содержания использовалась природная вода, которая ежедневно заменялась на 2/3 объема.

G. hermaphroditus – хищник. В эксперименте питался веслоногими и ветвистоусыми ракообразными, причем большее предпочтение оказывал циклопам и их науплиусам, а затем уже дафниям. В первую очередь поедались рачки меньших размеров. *G. hermaphroditus* не преследует свою жертву. При случайном столкновении он моментально поражает рачка копулятивной иглой, присасывается

к нему глоткой и высасывает мягкое содержимое. Жертву не спасает экзоскелет. Так, турбеллярия глоткой легко раздвигает створки раковины дафний. Внутреннее содержимое рачков поедалось полностью. В наших экспериментах взрослая особь *G. hermaphroditus* съедала в течение суток 3–4 рачков средних размеров.

G. hermaphroditus – гермафродит. При копуляции одна и та же особь выступает в качестве самца и самки. Особь за один помет откладывает одно яйцо, которое капсулируется во внешней среде и при помощи стебелька прикрепляется к стенкам сосуда. Так же как и Берг [1], мы встречали яйцевые капсулы *G. hermaphroditus*, прикрепленные к раковинкам сферийд. Яйцевая капсула овальной формы имеет коричневую окраску. Длина ее достигает 200 мкм, а ширина – 110 мкм. Длина стебелька равна 250 мкм, а округлое основание, которым стебелек прикрепляется к предметам, имеет диаметр 100 мкм. В яйцевой капсуле у эмбрионов четко видны глаза и стилет копулятивного органа. При вылуплении молодки верхняя часть (крышечка) яйцевой капсулы отваливается, и из яйца выходит вполне сформированный молодой червь. Эмбрионы в яйце способны к движению, поэтому после вылупления молодка активно движется.

Оплодотворенное яйцо развивается в теле материнской особи 15–16 ч, а созревает во внешней среде 3–5 сут. За это время материнская особь успевает отложить 4–8 новых яиц, т. е. яйца откладываются в среднем через 16–18 ч. Вылупившаяся молодка через 9–10 сут достигает половозрелого состояния. Так, на 9-е сутки жизни в теле молодого червя просматривается яйцо, а на 10-е оно откладывается во внешнюю среду. В нашем эксперименте при температуре 21–23° С турбеллярии жили 30–34 сут. За это время они успевали отложить 30–38 яиц. За 5–6 дней до гибели животные становились менее активными, откладка яиц проходила медленно и затем прекращалась. Повышение температуры воды до 25° С угнетающе сказывалось на состоянии животных. Они становились вялыми, медленно двигались, реже питались и совокуплялись. Повышение температуры до 27° С вызывало гибель животных.

Л и т е р а т у р а

1. B e r g K. Biological studies on the river Susaa. - *Folia limnol. scand.*, 1948, vol. 4, p. 318–420.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Н.И. Зеленцов, А.И. Шилова

К ФАУНЕ ХИРОНОМИД АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Фауна хирономид дельты Волги изучена недостаточно. Фрагментарные сведения о видовом составе (11–33 вида) имеются в гистобиологических работах [2–5], содержащих данные по бентосу и фауне зарослей указанного района. Более полный список видов (более 70) опубликован М.С. Алексевниной [1], специально занимавшейся составом фауны насекомых этого семейства. Почти столько же видов указано для всего нижнего течения Волги одним из авторов [6].

В апреле–мае 1978 г. нами при изучении жизненных циклов массовых видов хирономид в районе Александровского осетрового рыбоводного завода (Астраханская обл., Икрянинский р-н) был получен также значительный материал по фауне хирономид.

Личинки и куколки собраны в выростных прудах, водоспускных канавах и бетонированных бассейнах рыбоводного завода, а также в р. Волге, карьерах, временных лужах, полях, расположенных в радиусе около 3 км от рыбозавода. Преимагинальные стадии собраны скребком, имаго–энтомологическим сачком. Всего обработано около 100 проб, содержащих несколько тысяч особей. Из личинок 1У возраста воспитано около 140 самцов и самок, относящихся к 14 видам.

Выявлен 41 вид, преобладают представители Chironominae, 25 видов, Orthocladiinae – 12 и 4 вида Tanypodinae. Массовых видов 15, 14 – впервые отмечаются для Астраханской обл. и 2 – новые для фауны СССР.

Подсем. TANYPODINAE

Ablabesmyia phatta (Eggert). 10 ♂♂ собраны 8–15 мая. Личинки и куколки в бетонированных бассейнах, прудах и малых водоемах близ Волги, на глубине 0.5–1 м, на илах с растительностью и в скоплениях водорослей.

Clinotanypus nervosus (Mg.). Несколько личинок собраны 10–24 апреля в слабoproточных участках Волги, на глубине 0.8–1.5 м, в илу с примесью грубого детрита.

Procladius nigriventris (K.). 8 ♂♂ выловлены 7, 11 мая. 2 LPI ♂ выведены из куколок, собранных в Волге. Многочисленные личинки и куколки в слабoproточных участках Волги, на глубине 1–1.5 м, на серых и темных илах. Для Астраханской обл. отмечается впервые.

Tanypus punctipennis (Mg.). 4 ♂♂ собраны в середине мая. 2 LPI ♂ выведены из личинок, собранных в водоспускных канавах. Личинки и куколки единично встречаются в Волге и водоспускных канавах, на глубине 0.4–1 м, на темном илу с примесью детрита.

Acamptocladus submontanus (Edw.). 1 ♂ пойман 15 апреля близ Волги. Для Астраханской обл. отмечается впервые.

Acricotopus lucens (Zett.). Многочисленные ♂♂, куколки и личинки собраны 13 апреля–15 мая. 8 LPI ♂♂ выведены в мае из личинок, собранных в природе. Преимагинальные стадии в бетонированных бассейнах, водоспускных канавах, Волге и прилегающих к ней малых водоемах, на глубине до 1 м, в илу с растительностью.

Corynoneura scutellata Winn. Единичные личинки собраны в апреле–мае в бетонированных бассейнах и полях, на глубине 0.5–0.8 м, в скоплениях нитчатых водорослей и растительности.

Cricotopus (C.) *bicinctus* (Mg.). Многочисленные ♂♂ собраны с 13 апреля по 15 мая. Личинки в массе в прудах, бетонированных бассейнах, полях, Волге, на глубине 0.5–1 м, на заиленных песках и среди растительности.

C. (*Isocladus*) *intersectus* (Staeg.). 4 ♂♂ выловлены 2 мая близ Волги. Для Астраханской обл. отмечается впервые.

C. (*Isocladus*) *ornatus* (Mg.). Единичные личинки и куколки собраны 17–20 апреля в карьере у Волги, на глубине 0.6–1 м, среди растительности. Для Астраханской обл. указывается впервые.

C. (*Isocladus*) *sylvestris* (Fabr.). Многочисленные ♂♂, куколки и личинки собраны в апреле–мае. 15 LPI ♂♂ выведены в первой половине мая из личинок, собранных в природе. Преимагинальные стадии во всех водоемах, на глубине 0.4–1.5 м, в нитчатых водорослях, на высшей водной растительности, на слегка заиленных песках, серых и темных илах.

Hydrobaenus pilipes (Malloch.). Многочисленные ♂♂ собраны 8–30 апреля. 12 LPI ♂♂ выведены в те же сроки из личинок, собранных в природе. Преимагинальные стадии в массе в Волге и бетонированных бассейнах рыбозавода, на глубине до 1.3 м, в скоплениях нитчатых водорослей, в заиленном песке с растительностью. Для фауны СССР указывается впервые.

Microcricotopus bicolor (Zett.). Единичные ♂♂ собраны 30 апреля близ прудов.

Orthocladus saxicola K. Около 50 ♂♂ собрано с 10 апреля по 15 мая. 7 LPI ♂♂ выведены в первой половине мая из личинок, собранных в природе. Преимагинальные стадии в бетонированных бассейнах, водоспускных канавах, малых водоемах близ Волги, на глубине до 1 м, на илах с примесью растительности и в нитчатых водорослях. Для Астраханской обл. указывается впервые.

У *Pseudosmittia rutneri* Strenzke. 4 ♂♂ собраны 15 мая близ прудов. Для фауны Советского Союза указывается впервые.

Psectrocladius ventricosus K. Многочисленные ♂♂ собраны с 10 апреля по 15 мая. 40 LPI ♂♂ выведены из личинок, собранных в природе. Личинки и куколки в массе во всех водоемах, на илах и среди растительности, на глубине до 1.5 м. Для фауны Астраханской обл. указывается впервые.

Триба Chironomini

Chironomus cingulatus Mg. Единичные ♂♂ собраны 22 апреля–4 мая. 1 LPI ♂ выведен из личинки. Преимагинальные стадии в Волге, на глубине 1.2 м, на темном илу.

Chironomus thummi piger Strenzke. Многочисленные ♂♂ собраны в конце апреля–мае. 6 LPI ♂♂ выведены из личинок. Личинки и куколки в массе в прудах, бетонированных бассейнах, карьерах, в Волге на глубине 0.7–1.5 м. На темных и серых илах с детритом. Для Астраханской обл. отмечается впервые.

Chironomus sp. Многочисленные ♂♂ собраны в конце апреля–мае. 16 LPI ♂♂ выведены из личинок, собранных в прудах и бетонированных бассейнах. Преимагинальные стадии в массе в прудах, бетонированных бассейнах, водосточных канавах.

Camptochironomus pallidivittatus Mall. ♂♂ в массе собраны 18 апреля–13 мая близ прудов и Волги.

C. tentans F. Многочисленные ♂♂ найдены 24 апреля близ прудов.

Endochironomus tendens F. Несколько ♂♂ выловлены 3–10 мая у прудов. Личинки в прудах и в Волге, на глубине до 1.2 м.

Glyptotendipes barbipes (Staeg.). Около 40 ♂♂ собрано 27 апреля–5 мая. Многочисленные личинки в прудах, водоспускных канавах, единично в слабoproточных участках Волги.

G. glaucus (Mg.). Единичные ♂♂ найдены 29 апреля–13 мая у бетонированных бассейнов.

G. griekoveni K. 3 ♂♂ собраны 23 апреля у прудов.

Phaenopsectra flavipes Mg. Немногочисленные ♂♂ собраны 7–13 мая близ Волги.

P. punctipes (Wied.). Единичные ♂♂ найдены 28–30 апреля у прудов и близ Волги.

Limnochironomus nervosus (Staeg.). Несколько ♂♂ собрано 14 апреля и 7 мая. Личинки единичны в Волге, на глубине до 1 м, на сером илу с крупным растительным детритом.

Parachironomus arcuatus G. Более 20 ♂♂ собрано 7 мая. Личинки в Волге, на глубине до 1 м, на слабо заиленном песке с растительностью.

P. biannulatus (Staeg.). 12 ♂♂ собраны 6–8 мая. Личинки единичны в водоспускных канавах, на илах с растительностью.

Pentapedilum exsectum K. Личинки единично найдены 13 апреля в Волге на слабо заиленном песке с детритом.

P. sordens (v.d. Wulp). Многочисленные ♂♂ собраны 28 апреля–2 мая близ прудов и Волги. 4 LPI ♂ выведены из личинок. Личинки в массе в Волге и водоспускных канавах, на глубине 0.5–1 м, на заиленном песке с детритом.

Polypedilum convictum (Walk.). Единичные личинки найдены 10 апреля–15 мая в Волге, на глубине 0.8–1 м, на заиленном песке с детритом.

P. nubeculosum (Mg.). ♂♂ в массе собраны 21 апреля–15 мая. 3 LPI ♂♂ воспитаны из личинок. Преимагинальные стадии в Волге, на глубине 1 м, на темном илу с грубым детритом.

Stictochironomus histrio F. ♂♂ в массе собраны 15 апреля–5 мая. 3 LPI ♂♂ выведены из личинок. Преимагинальные стадии в Волге, на глубине 0.8–1.2 м, преимущественно на слабо заиленном песке, реже на темном илу с детритом. Для Астраханской обл. указывается впервые.

Триба Tanytarsini

Paratanytarsus laetipes Zett. Многочисленные ♂♂ собраны в первой половине мая у прудов. Личинки в водоспускных каналах и Волге, на глубине до 1 м, на заиленном песке, на илах с большой примесью песка и растительности. Для Астраханской обл. указывается впервые.

✓ *P. natvigi* G. Многочисленные ♂♂ собраны там же и в те же сроки, что и предшествующий вид. Для фауны Астраханской обл. указывается впервые.

✓ *Tanytarsus excavatus* Edw. 3 ♂♂ собраны 2 мая близ Волги. Для Астраханской обл. указывается впервые.

T. holochlorus Edw. Многочисленные ♂♂ собраны близ прудов 10–15 мая. Для Астраханской обл. указывается впервые.

T. usmäensis Pag. 4 ♂♂ собраны 21 апреля близ Волги. Для Астраханской обл. указывается впервые.

T. volgensis Miseiko. Многочисленные ♂♂ собраны 20 апреля–15 мая. 3 LPI ♂♂ выведены из личинок. Личинки в массе в Волге, прудах и бетонированных бассейнах, на глубине 0.7–1.2 м, на заиленном песке, илах с примесью песка и детрита и в обрастаниях на стенках бетонированных бассейнов. Для Астраханской обл. указывается впервые.

Л и т е р а т у р а

1. А л е к с е в н и н а М.С. Видовой состав личинок хирономид в дельте Волги. – Гидробиол. журн., 1973, т. 9, № 3, с. 78–81.
2. Б а к л а н о в с к а я Т.Н. Фауна зарослей авандельты Волги и ее значение в питании молоди карповых. – Тр. ВНИРО, 1956, т. 32, с. 230–262.
3. Г о р б у н о в К.В. Динамика обрастаний на полях нижней зоны дельты Волги и их роль в питании молоди сазана. – Тр. ВГБО, 1955, т. 6, с. 80–103.
4. К о с о в а А.А. Состав и распределение зоопланктона и бентоса в западной части низовьев дельты Волги. – Тр. Астраханского гос. заповедн., 1958, вып. 4, с. 159–194.

5. К о с о в а А.А. Сезонные изменения планктона и бентоса на полях нижней зоны дельты Волги. — Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва, М., 1960, т. 10, с. 102–135.
6. Ш и л о в а А.И. Сем. Chironomidae. — В кн.: Волга и ее жизнь. Л., 1978, с. 337–339.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

УДК 595. 426

Б.А. В а й н ш т е й н

К ФАУНЕ ПРЕСНОВОДНЫХ КЛЕЩЕЙ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Материалом для данного сообщения послужили небольшие сборы клещей, проведенные В.И. Малаховым в первой половине июня 1979 г. и Р.Я. Братчиком с середины апреля до середины мая 1980 г. Автор выражает благодарность названным лицам за сбор материала. Местом сбора клещей послужил главным образом район г. Горячий Ключ Краснодарского края. Кроме того, клещей собирали в других местах этого же края и частично на юге Ростовской области, южнее р. Дон. Всего собрано 47 видов клещей, из которых 6 оказались новыми для науки. Эти виды в список не включены. Большая доля новых видов указывает на слабую изученность фауны пресноводных клещей изученного района.

1. *Hydrachna cruenta* Müller, 1776. С. Манычское Ростовской обл., близ устья р. Маныч, 15 июня, личинка.

2. *Hydrachna skorikowi* Piersig, 1900. В окрестностях г. Краснодара и в р. Лаба, 8–11 июня, 4 самки, 2 самца.

3. *Eylais infundibulifera* Koenike, 1897. Близ г. Горячий Ключ, пруд, 27 апреля, нимфа.

4. *Eylais spinipons* Thor, 1897. Там же, 15 мая, самец.

5. *Eylais soari* Piersig, 1899. С. Кагальник на р. Кагальник, Ростовская обл., 12 июня, самец; с. Манычское той же области, 15 июня, самка.

6. *Eylais extendens* (Müller, 1776). Близ г. Хадыженск, лужа, 8 июня, самка, самец; лужа близ г. Краснодара, 8 июня, самка, нимфа.

7. *Eylais tantilla* Koenike, 1879. Окрестности г. Краснодара, 6 июня, самец; с. Зарево Красногвардейского р-на Краснодарского края, 11 июня, самка, самец; пруд близ г. Горячий Ключ, 7 и 16 мая, 2 нимфы; с. Кагальник Ростовской обл., канал, 13 июня, самец.

8. *Eylais tullgreni* Thor, 1899. С. Кагальник Ростовской обл., пруд, 13 июня, самец.

9. *Eylais setosa* Koenike, 1897. Окрестности г. Краснодара, лужа, 8 июня, самка.

10. *Eylais rimosa* Piersig, 1899. С. Кагальник Ростовской обл., пруд, 13 июня, самец.

11. *Hydryphantes flexuosus* (Koenike, 1885). Виды рода *Hydryphantes* с увеличенным числом половых присосок (8 и более, вместо обычных 6) принято выделять в подрод *Polyhydryphantes*. Их различают главным образом по числу присосок. Остальные признаки сомнительны. Среди изученных нами 7 экз. число присосок было следующим: 4+4, 4+4, 5+5, 5+5, 5+6, 6+6, 5+7. По этому формальному признаку их следовало бы отнести к разным видам (4+4 - *H. octoporus*, 5+5 - *H. thoni*, 6+6 - *H. droescheri*, 7 - *H. flexuosus*). Однако, учитывая сходство строения дорсальных щитов, педипальп и других признаков, мы все особи относим к одному старейшему виду - *H. flexuosus*, рассматривая остальные как синонимы. Приморско-Ахтарский рыбозавод Краснодарского края, пруд, 12 июня, 1 экз.; г. Семикоракорск и с. Кагальник Ростовской обл., 13 июня, 6 экз.

12. *Georgella koenikei* (Maglio, 1906). С. Пешково Краснодарского края, р. Кагальник Ростовской обл., 12 июня, 1 экз.

13. *Hydrodroma despiciens* (Müller, 1781). Повсеместно, июнь, 9 самок, 2 нимфы.

14. *Lebertia porosa* Thor, 1900. Р. Шиш, 7 июня, 6 экз.; там же, 9 июня, 1 экз.; р. Хадажка, 12 июня, 1 экз.; р. Кужера, 12 июня, 1 экз.; с. Зарево Красногвардейского р-на, рисовые чеки, 11 июня, 1 экз.

15. *Torrenticola anomala* (Koch, 1837). Р. Джугба близ пос. Джугба Краснодарского края, 7 июня, 1 самка.

16. *Limnesia maculata* (Müller, 1776). С. Ольгинка Туапсинского р-на, пруд в 100 м от моря, 8 июня, 1 самка.

17. *Limnesia fulgida* Koch, 1836. Там же, 2 самки.

18. *Limnesia undulata* (Müller, 1776). Широко распространена по всей исследованной территории.

19. *Limnesia koenikei* Piersig, 1894. С. Ольгинка, пруд в 100 м от моря, 7-8 июня, 3 самки.

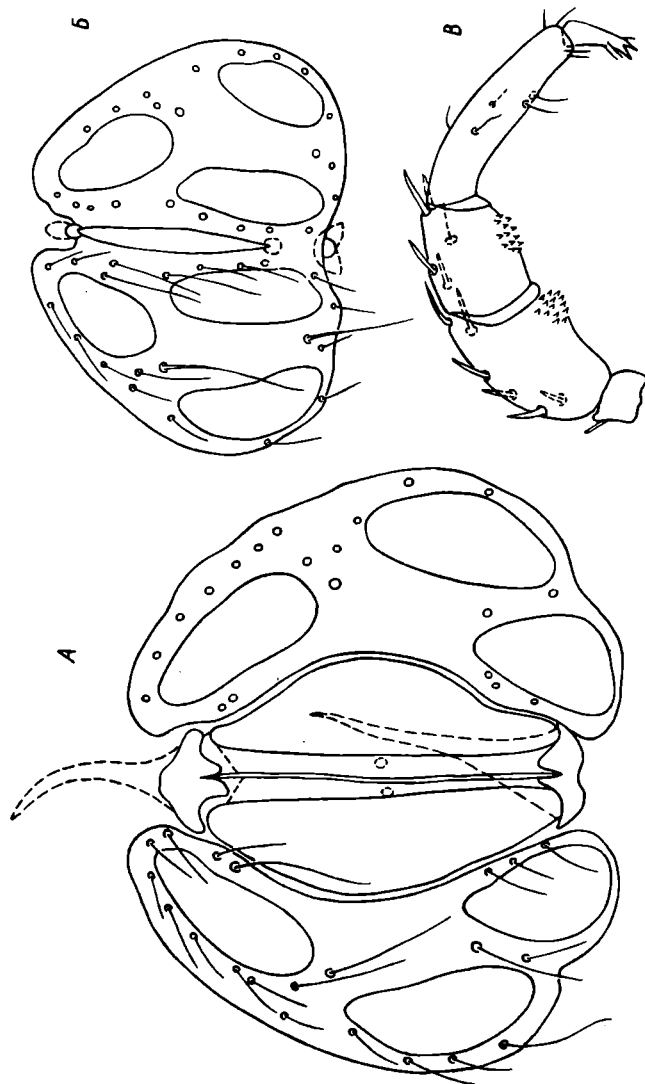
20. *Hygrobates longipalpis* (Hermann, 1804). Р. Маныч, устье, 15 июня, самец.

21. *Hygrobates longiporus* Thor, 1898. Широко распространен по всей исследованной территории. Вид плохо описан, поэтому считаем полезным дать изображение педипальпы и половых пластинок самца и самки. Выступ на вершине бедра педипальпы слабо развит, иногда отсутствует (см. рис.).

22. *Hygrobates fluviatilis* (Ström, 1768). Приморско-Ахтарский рыбозавод, 12 июня, самец; р. Маныч, близ устья, 15 июня, самка.

23. *Hygrobates sokolowi* Thor, 1927. С. Кагальник, канал, 18 июня, самец.

24. *Atractides spinirostris* (Thor, 1923). С. Шиш, р. Шиш, 4 июня, самка.



А — половые створки самки. Б — то же самца. В — педипальпа самки.

25. *Atractides nodipalpis* Thor, 1899. Близ г. Хадыженск, р. Шиш, 9 июня, самка.
26. *Piona alpicola* (Neuman, 1880). Очень широко распространена по всей обследованной территории.
27. *Piona nodata* (Müller, 1781). С. Кагальник Ростовской обл., канал, 13 и 18 июня, 9 самок, 1 самец.
28. *Piona carnea* (Koch, 1836). Близ г. Хадыженска, яма с водой, 8 июня, самец.
29. *Piona pusilla* (Neuman, 1875). С. Манычское Ростовской обл., 12 июня, самка.
30. *Piona variabilis* (Koch, 1836). Р. Маныч близ г. Семикаракорска Ростовской обл., 15 июня, 2 самки.
31. *Piona stjoerdalensis* (Thor, 1897). Ст. Роговская Тимашевского р-на Краснодарского края, 16 июня, 2 самки.
32. *Tiphys ornatus* Koch, 1836. С. Кагальник Ростовской обл., рыбозавод, 13 июня, самец.
33. *Unionicola crassipes* (Müller, 1776). Р. Шиш близ г. Хадыженска, 9 июня, самка.
34. *Neumania limosa* (Koch, 1836). С. Ольгинка Туапсинского р-на, 8 июня, самка; с. Некрасовское Усть-Лабинского р-на, 11 июня, 4 самки; ст. Роговская Тимашевского р-на Краснодарского края, 16 июня, 2 самки, с. Кагальник Ростовской обл., рыбозавод, 18 июня, 2 самки.
35. *Mideopsis orbicularis* (Müller, 1776). Близ г. Хадыженска, р. Халажка и р. Шиш, 9 июня, 4 экз.
36. *Arrhenurus bruzelii* Koenike, 1885. Близ г. Майкопа, лужа, 12 июня, самка.
37. *Arrhenurus maculator* (Müller, 1776). Пруд в 5 км от г. Горячий Ключ, пруд, 5 июня, 2 самки.
38. *Megaluracarus tubulator* (Müller, 1776). С. Некрасовское Усть-Лабинского р-на Краснодарского края, 11 июня, самка.
39. *Micruracarus sinuator* (Müller, 1776). Ст. Роговская Тимашевского р-на Краснодарского края, 16 июня, самец.
40. *Micrarrenurus fimbriatus* Koenike, 1885. С. Кагальник Ростовской обл., пруд, 13 июня, самка; близ г. Горячий Ключ, лужа, 5 июня, самка.
41. *Micrarrenurus latus* Barr. e. Mon., 1887. Пруд в 5 км от г. Горячий Ключ, пруд, 5 июня, самка.

В.П. Ля х н о в и ч, А.Ю. К а р а т а е в,
Н.Н. А н ц и п о в и ч

ВЛИЯНИЕ ПОДОГРЕВА ВОДЫ НА СТЕПЕНЬ ЗАРАЖЕНИЯ
DREISSENA POLYMORPHA PALLAS ЛИЧИНКАМИ
ТРЕМАТОДЫ *PHYLLODISTOMUM FOLIUM* OLFERS
В ОЗ. ЛУКОМЛЬСКОЕ

Озеро Лукомльское (площадь — 36,4 км², средняя глубина — 6,6 м, максимальная — 11,5 м) служит водоемом-охладителем тепловой электростанции мощностью 2,4 мВт. Оно является ценным рыбопромысловым водоемом Белоруссии, источником водоснабжения мощного рыбобитомника, а также местом рекреационных мероприятий.

Особое место в биоценозе озера занимает популяция двусторчатого моллюска дрейссены, появившегося в озере в конце 1960-х годов и занявшего в настоящее время ведущее положение в донном сообществе озера [2, 3]. Целью настоящей работы было изучение влияния подогретой озерной воды, сбрасываемой ТЭС, на экстенсивность инвазии дрейссены личинками *Phyllodistomum folium*, поселяющимися в жаберных лепестках дрейссены. Эта тема в литературе до сих пор не получила освещения.

Пробы моллюсков отбирали на двух станциях, расположенных на одинаковой глубине (3 м) и аналогичном грунте (зайлennyй песок), с февраля по октябрь 1980 г. и с мая по сентябрь 1981 г. Одна станция располагалась в зоне сброса подогретых вод, вторая в зоне с естественным температурным режимом. Разница в температурах дна в среднем за период исследования составила в 1980 г. 4,8°C, в 1981 г. — 5,9°C. Плотность дрейссены на обеих станциях была примерно одинаковой и колебалась от 2 до 4 тыс. экз./м². Для анализа влияния плотности дрейссены на экстенсивность инвазии в феврале, мае, июле и октябре 1980 г. были отобраны пробы дрейссены в водоподводящем канале ТЭС (глубина 5 м, грунт — зайлennyй песок), где плотность дрейссены достигала 44 тыс. экз./м².

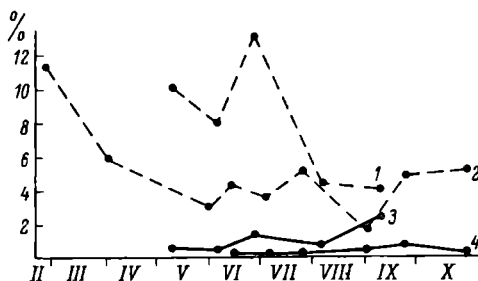


Рис. 1. Сезонные изменения экстенсивности заражения дрейссены личинками *Ph. folium* (%) в подогреваемой (1, 2) и контрольной (3, 4) зонах оз. Лукомльского в 1980 (2, 4) и 1981 (1, 3) гг.

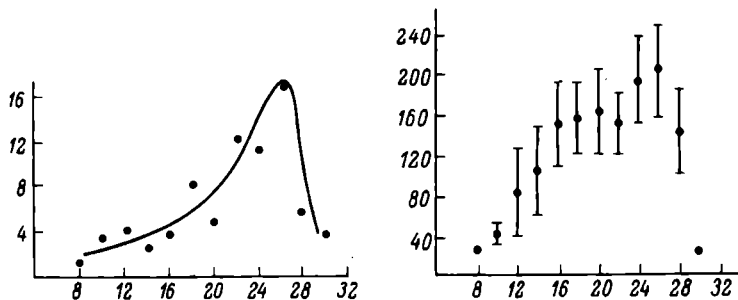


Рис. 2. Зависимость экстенсивности инвазии дрейссены личинками *Ph. folium* от размеров моллюсков в подогреваемой зоне оз. Лукомльского.

По оси ординат – экстенсивность инвазии, %; по оси абсцисс – длина дрейссены, мм.

Рис. 3. Зависимость интенсивности инвазии дрейссены личинками *Ph. folium* от размеров моллюсков в подогреваемой зоне оз. Лукомльского.

Вертикальные линии – доверительный интервал, рассчитанный при $P = 0.05$. Для крайних значений доверительный интервал не рассчитан из-за малых выборок.

По оси ординат – интенсивность инвазии на одну особь дрейссены, экз.; по оси абсцисс – длина дрейссены, мм.

Длину моллюсков измеряли штангенциркулем, затем животных разделяли на размерные классы с промежутком 2 мм и вскрывали для определения наличия паразитов в жаберных лепестках. Степень инвазии определяли с учетом размерной структуры популяции дрейссены. Зараженных моллюсков фиксировали 4%-ным раствором формалина для последующего подсчета личинок паразита под биноклем. Всего в обеих температурных зонах и в водопроводящем канале было вскрыто 7729 моллюсков.

Результаты показали, что в подогреваемой зоне водоема процент пораженных моллюсков в годы исследований оказался во много раз выше, чем в контрольной зоне (рис. 1). Максимальная разница отмечена в феврале 1980 г., когда в подогреваемой части озера из 187 вскрытых особей в 23 отмечены личинки трематод, в то время как в контроле ни в одном из 197 вскрытых моллюсков личинки *Ph. folium* не обнаружены. Среднегодовая экстенсивность инвазии дрейссены в подогреваемой зоне в 1980 г. составила 4%, а в зоне с естественным температурным режимом лишь 0.3%, т. е. в 13 раз ниже.

В водоподводящем канале ТЭС экстенсивность инвазии дрейссены в среднем за год составила 0.2%, т. е. оказалась весьма близкой к величинам, полученным для подогреваемой части озера. Следова-

тельно, плотность моллюсков не оказала существенного влияния на экстенсивность инвазии. Сезонные изменения процента заражения дрейссены и связь между длиной моллюсков и экстенсивностью и интенсивностью инвазии рассматривали лишь в подогреваемой зоне в 1980 г., так как в зоне с естественным температурным режимом эти показатели очень низкие. Максимальная степень инвазии дрейссены в 1980 г. наблюдалась в феврале и составила 11.1%, затем к началу июля снизилась до 3%, а в конце августа—начале сентября — до 1.6%. К концу сентября этот показатель снова увеличивается (рис. 1).

Экстенсивность инвазии в 1981 г. в обеих температурных зонах оказалась значительно выше, чем в 1980 г., и составила в зоне подогрева 7.9%, а в контрольной — 1%. Возможно, это связано с более теплым по сравнению с 1980 г. летом. Максимальный процент заражения дрейссены в подогреваемой зоне приходится на конец июня — 13%, вне подогрева — на начало сентября — 2.2% (рис. 1). В.И. Здун [1], проводивший паразитологический анализ дрейссены из озера — лиман Катлабуз — установил, что спорашистами и бесхвостыми церкариями *Ph. folium* заражено 33% дрейссены.

По нашим данным, первоначальное заражение моллюсков происходит при длине раковины дрейссены 8 мм и более. В моллюсках меньших размеров личинки *Ph. folium* не обнаружены. С увеличением размеров дрейссены экстенсивность инвазии возрастает, достигая максимальных величин у моллюсков длиной 26.0–27.9 мм, и затем резко падает (рис. 2). Аналогичная закономерность обнаружена при анализе связи длины дрейссены и интенсивности инвазии, которая определялась по количеству личинок *Ph. folium* в жаберных лепестках дрейссены. По мере увеличения длины моллюсков от 10 до 26 мм интенсивность инвазии увеличивается от 40 ± 15 до 200 ± 42 . Дальнейшее увеличение размеров сопровождается резким снижением количества паразитов на одну особь (рис. 3).

Возможно, что личинки *Ph. folium* угнетают развитие дрейссены и приводят к тому, что пораженные моллюски не достигают максимальных размеров, хотя, по данным В.И. Здуна [1], патогенного влияния личинок *Ph. folium* на дрейссену озера (лиман Катлабуз) не обнаружено.

Таким образом, подогрев озерных вод сбросными водами ТЭС существенно увеличивает экстенсивность инвазии дрейссены личинками *Ph. folium*. Максимум заражения паразитом наблюдается у животных длиной 24–28 мм.

Л и т е р а т у р а

1. З д у н В.И. Личинки трематод, паразитирующие у дрейссены чижьего течения реки Дунай. — В кн.: Совещание по биологии дрейссены и защиты гидротехнических сооружений от ее обрастаний. Тольятти, 1965, с. 14–15.
2. К а р а т а е в А.Ю. Личиночная стадия развития *Dreissena polymorpha* Pallas в оз. Лукомльском — водоем—охладитель

ТЭС.- Вестник Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1980, № 3, с. 54-59.

3. Ля х н о в и ч В.П., К а р а т а е в А.Ю., Т и ш и -
к о в Г.М. Структура, динамика и продукция *Dreissena*
polymorpha Pallas в водоеме-охладителе ТЭС. - В кн.:
Проблемы экологии Прибайкалья. Иркутск, 1979, с. 158-159.

Белорусский университет

УДК 597. 554. 3-153

Т.С. Ж и т е н е в а

ПИТАНИЕ ЛЕЩА НА РАЗНЫХ БИОТОПАХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. У

Кормовые ресурсы русловых участков Рыбинского водохранилища используются не только крупным лещом на этапе развития К, но и молодыми неполовозрелыми рыбами на этапе развития J_2 [2].

В сообщении освещается питание леща на этапе развития J_2 на биотопе серого ила русловых участков северо-западной части Главного плеса водохранилища. В этом районе для крупного леща на этапе К (8-15 лет) сложились значительно менее благоприятные условия откорма, чем на том же биотопе в Волжском плесе водохранилища [3].

Материал по питанию рыб собирали из траловых уловов по бывшему руслу р. Мологи против устья р. Сить в июле-сентябре 1978 и 1979 гг. Методика сбора и обработки материала освещена в предыдущих работах [1, 2].

Уточнение границ этапов развития рыбинского леща показало, что на этапе J_2 находятся особи длиной от 180-265 мм, в возрасте от 5-6 до 7-8 лет. Данные табл. 1, 2 по питанию леща в рассматриваемом районе в разные годы показывают, что пища рыб была сходной: основу ее составляли олигохеты и личинки хирономид. В 1979 г. в составе содержимого кишечника были встречены моллюски *Sphaeriidae*, а также *Dreissena polymorpha*. Индексы наполнения кишечника по животным компонентам в июле и августе 1978 г. характеризовались средними значениями, собственными показателям накормленности рыб на этапе развития J_2 . В сентябре общий индекс по животным компонентам снизился вдвое, возросло количество пустых кишечника. В содержимом кишечника было встречено много серого ила - во все месяцы масса его превышала массу животных компонентов. Последнее свидетельствует о неблагоприятных условиях питания рыб в данный период нагула.

В 1979 г. индексы наполнения кишечника леща по животным компонентам по сравнению с данными 1978 г. снизились вдвое (табл. 2). В содержимом пищеварительных трактов рыб преобладал

Т а б л и ц а 1

Содержимое кишечника леща (этап T_2) в северо-западной части
Главного плеса в 1978 г. (биотоп серого ила, русло)

Содержимое кишечников	Июль		Август		Сентябрь	
	Индекс, 0/000	Час- тота вст- реча- емо- сти, %	Индекс, 0/000	Час- тота вст- реча- емо- сти, %	Индекс, 0/000	Час- тота вст- реча- емо- сти, %
<i>Chironomus plumosus</i>	2.11 \pm 1.10	21	9.18 \pm 1.87	75	4.35 \pm 1.55	39
<i>Procladius</i>	5.94 \pm 1.72	96	2.76 \pm 0.57	95	2.69 \pm 0.74	78
<i>Tanytarsus</i>	0.1	83	0.2	19	0.2	28
<i>Cryptochironomus</i>	1.19 \pm 0.71	83	0.1	8	-	6
Олигохеты	6.25 \pm 2.91	38	1.80 \pm 0.53	36	0.2	22
Общий индекс по животным компонентам	15.59 \pm 3.62		14.04 \pm 2.02		7.44 \pm 1.72	
Серый ил	16.68 \pm 2.58	100	26.86 \pm 2.67	94	14.10 \pm 2.96	83
Слизь	24.60 \pm 2.87	100	35.15 \pm 3.20	94	16.55 \pm 3.73	78
Количество кишечников	24		36		18	
% пустых	-		6		17	

серый ил. Условия питания леща в июле и августе были плохими. В середине сентября при температуре 9.5°C лещ почти прекратил нагул, большинство рыб имело пустые кишечника.

В 1978 г. условия нагула были более благоприятными, численность молодого леща на русле была высокой. Собран значительный материал по питанию на этапе T_2 (табл. 1).

Неблагоприятные условия питания, сложившиеся на русле в 1979 г., вызвали миграцию молодых рыб на этапе T_2 в другие районы нагула. Численность молодых особей в уловах резко сократилась. Это не позволило собрать достаточно большого материала по их питанию (табл. 2).

На численности крупных рыб на этапе развития К неблагоприятные условия нагула в 1979 г. не отразились [3]. Это объясняется большей поисковой способностью крупных рыб и большей доступностью для них инфауны, чем для молодых особей [2].

Ухудшение условий питания леща в 1979 г. по сравнению с 1978 г. не связано с температурой воды — термический режим этих лет был сходным. В июле 1978 и 1979 гг. температура воды

Т а б л и ц а 2

Содержимое кишечника леща (этап T_2) в северо-западной части Главного плеса в 1979 г. (биотоп серого ила, русло)

Содержимое кишечников	Июль		Август		Сентябрь	
	Индекс, 0/000	Час- тота встре- чаемо- сти, %	Индекс, 0/000	Час- тота встре- чаемо- сти, %	Индекс, 0/000	Час- тота встре- чаемо- сти, %
<i>Chironomus plumosus</i>	0.3	12	0.9	12	-	-
<i>Procladius</i>	0.9	50	0.9	75	-	-
<i>Tanytarsus</i>	0.0	75	0.0	25	-	-
Олигохеты	5.21±3.04	75	0.3	62	2.13	16
Моллюски	1.31±1.08	25	2.57±1.55	37		
Общий индекс по животным компонентам	7.49±3.27		4.67±1.55		2.13	
Серый ил	21.15±9.44	75	22.16±5.43	87	7.45±5.43	33
Слизь	14.79±5.17	75	20.46±4.46	87	8.15±5.82	33
Количество кишечников	8		8		6	
% пустых	25		12		67	

соответственно составляла 18.4 и 19.4°C, в августе - 16.8 и 18.8°C, в сентябре - 12.0 и 12.3°C.

Пробы бентоса, собранные В.Н. Бисеровым в районе нагула леща в 1979 г., показали (устное сообщение), что биомасса хирономид с июля по сентябрь колебалась от 1.04 до 2.72 г/м², олигохет - от 2.26 до 3.44 г/м², общего бентоса - от 3.93 до 6.83 г/м². Эти показатели значительно ниже биомассы бентоса на серых илах русловых участков Волжского плеса водохранилища, где также исследовалось питание леща [2]. В июле-сентябре 1977 г., по данным А.И. Баканова (устное сообщение), биомасса кормового бентоса здесь колебалась от 17.6 до 23.7 г/м², в мае 1978 г. она составляла 22.2 г/м², а в августе - 15.6 г/м².

Сопоставление биомассы бентоса и интенсивности питания леща (на этапе T_2) в рассматриваемых районах водохранилища позволяет считать, что основной причиной низких показателей накормленности леща в Главном плесе является невысокая биомасса бентоса. Разница в биомассе бентоса на биотопе серого ила Главного и Волжского плесов отразилась на величине накормленности рыб (табл. 3).

Следовательно, на биотопе серого ила русловых участков северо-западной части Главного плеса для леща на этапе развития T_2

Т а б л и ц а 3

Общие индексы (О/ООО) наполнения кишечника леща (этап J_2) по животным компонентам в разных плесах водохранилища (биотоп серого ила)

Плес	Год	Июль	Август	Сентябрь
Главный (русло)	1978	15.6	14.0	7.4
	1979	7.5	4.7	2.0
Волжский (русло)	1977	16.0	-	48.0
	1978	13.0	41.4	82.0
Волжский (пойма)	1977	52.0	74.0	23.0

(5–7 летки) складываются неудовлетворительные условия питания, что, видимо, должно отразиться на его темпе роста.

Л и т е р а т у р а

1. Ж и т е н е в а Т.С. О питании леща в Рыбинском водохранилище. – Тр. биол. ст. „Борок“, 1958, вып. 3, с. 259–272.
2. Ж и т е н е в а Т.С. Питание леща на разных биотопах Рыбинского водохранилища. 1. – В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1980, № 46, с. 26–30.
3. Ж и т е н е в а Т.С. Питание леща на разных биотопах Рыбинского водохранилища. 1У. – В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1983, № 57, с. 47–50.

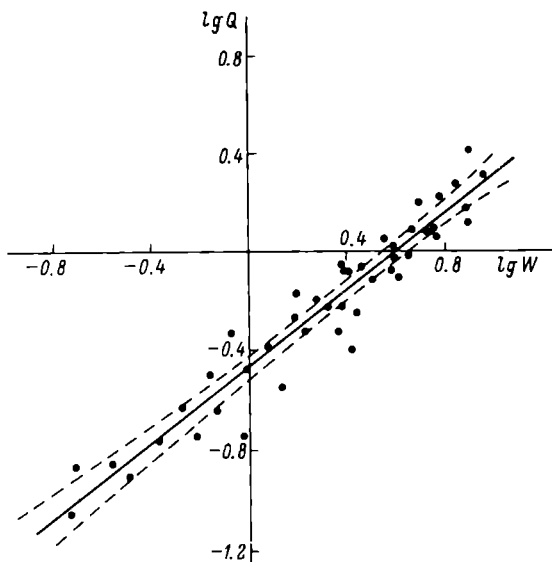
Институт биологии внутренних вод АН СССР

УДК 597–112

В.В. Х а л ь к о

К ОЦЕНКЕ ПИЩЕВЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ МОЛОДИ ОКУНЯ И УКЛЕИ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ. 1. СТАНДАРТНЫЙ ОБМЕН У МОЛОДИ ОКУНЯ.

В Рыбинском водохранилище молодь окуня и уклей нагуливается в открытой части водоема и в защищенном побережье. Для оценки обеспеченности пищей молоди рыб на этих биотопах необходимо знание пищевых потребностей мальков. При этом минимальную величину пищевых потребностей можно определить, используя уравнение, связывающее уровень обмена и массу тела молоди. Имеющиеся в литературе сведения о величине параметров такого уравнения для личинок и мальков окуня немногочисленны и к тому же противоречивы



Зависимость скорости потребления кислорода ($\lg Q$, мл O_2 /(экз.·ч)) у молоди окуня от массы тела ($\lg W$, г сырого вещества).

[6–8]. Функциональная связь между уровнем обмена и массой тела для молоди уклей была определена нами ранее [9].

Задачей настоящей работы явилось нахождение параметров уравнения стандартного обмена для молоди окуня и сравнение их с приводимыми в литературе. Для измерения скорости потребления кислорода молодью окуня использован метод „прерванного потока“ [5], позволяющий следить за снижением содержания кислорода в респирометре во время опыта. Эксперименты проведены в мае–октябре 1980 г. при температуре воды от 13.3 до 24.5 °C с молодью окуня массой 0.18–9.33 г. В респирометр объемом 1 л помещали от 3 до 20 приблизительно одинаковых по размерам рыб. Предварительно мальков выдерживали в аквариуме без пищи до полного опорожнения желудочно–кишечных трактов. Измерения прекращали при падении содержания кислорода до 70% от первоначального насыщения. Всего проведено 44 серии опытов в 2–3 повторностях. Результаты измерений кислорода приведены к 20 °C с помощью поправочных коэффициентов [2].

Характер расположения экспериментальных данных на графике с логарифмическими координатами (см. рисунок) позволил выразить искомую зависимость скорости потребления кислорода от массы тела для молоди окуня уравнением линейной регрессии

$$\lg Q = \lg a + k \lg W, \quad (1)$$

где $\lg Q$ – уровень обмена, мл O_2 /экз. ч; $\lg W$ – сырая масса мальков, г; $\lg a$ – свободный член, равный $\lg Q$ при $\lg W = 0$; k – угловой коэффициент. Рассчитав величину параметров ($\lg a$) и (k) методом наименьших квадратов и определив границы 95%-ных доверительных интервалов для их средних значений (см. таблицу), уравнение (1) выразили в виде

$$\lg Q = (-0.467 \pm 0.038) + (0.076 \pm 0.069) \lg W. \quad (2)$$

Предельная относительная ошибка свободного члена ($\lg a$) в уравнении (2) – 8.1%, углового коэффициента (k) – 9.3%. На рисунке штриховыми линиями очерчена доверительная область для рассчитанной прямой регрессии при $P = 0.95$.

После потенцирования уравнение (2) приняло вид

$$Q = 0.341 \pm 0.030 W^{0.760 \pm 0.069}, \quad (3)$$

оказавшись очень близким в числовом выражении к уравнению

$$Q = 0.329 \pm 0.133 W^{0.800 \pm 0.006}, \quad (4)$$

выведенному Г.Г. Винбергом [3] для пресноводных рыб на основании данных об интенсивности обмена у рыб.

По О.И. Кудринской [6], средний уровень обмена для личинок окуня равен

$$Q = 0.289 W^{0.780}; \quad (5)$$

Г.Л. Мельничуком [7], изучавшим скорость потребления кислорода молодью окуня массой 0.36–22.9 г, получено уравнение с несколькими коэффициентами

$$Q = 0.546 W^{0.780}, \quad (6)$$

а в методическом руководстве, выпущенном в 1978 г. под редакцией этого автора, аналогичное уравнение имеет вид

$$Q = 0.561 W^{0.720}. \quad (7)$$

Сравнение средних значений „ k ” в уравнениях (3), (5), и (6) по двустороннему критерию (\hat{t}) при $P = 0.05$ [4] (остаточные дисперсии достоверно не различались при $P = 0.10$) выявило недостоверность их различий. Следовательно, средние величины этого коэффициента в сравниваемых уравнениях практически идентичны. Это в свою очередь позволяет оценить достоверность различий средних значений параметра „ a ”.

Принимая во внимание, что 95%-ные доверительные интервалы для значений „ a ” в уравнениях (3) и (6) не перекрываются (см. таблицу), различия между ними можно считать достоверными. Как следует из приведенных уравнений, величина коэффициента „ a ”, установленного Г.Л. Мельничуком [7], в 1.6 раза больше полученного нами и почти в 1.9 раза превышает значение этого параметра в уравнении О.И. Кудринской [6], тогда как средние значения коэф-

Параметры уравнений зависимости стандартного обмена от массы тела у молоди окуня, по данным различных авторов

Объект исследования	n	S_x	S_y	r	$S_{a_{yx}}$	a	$S_{k_{yx}}$	k	Литературный источник
Личинки окуня	33	0.558	0.438	0.910	0.043	$\frac{0.289}{0.236-0.355}$	0.013	$\frac{0.780}{0.754-0.806}$	[6]
Молодь окуня (0.18-9.33 г)	44	0.461	0.365	0.960	0.019	$\frac{0.341}{0.312-0.373}$	0.035	$\frac{0.760}{0.689-0.831}$	Наши данные
Молодь окуня (0.36-22.9 г)	42	-	-	0.879	0.019	$\frac{0.546}{0.500-0.556}$	0.048	$\frac{0.780}{0.683-0.877}$	[7]

П р и м е ч а н и я. n – число измерений; $y = \lg Q$; Q – уровень обмена ($\text{мл } O_2 / (\text{экз.} \cdot \text{ч})$); $x = \lg W$; W – сырая масса рыб; r – коэффициент корреляции между $\lg Q$ и $\lg W$; a – коэффициент, равный Q при $W = 1$; k – коэффициент в уравнении $Q = a W^k$, показывающий, как изменяется обмен с увеличением массы рыб; S – стандартное отклонение. В числителе – среднее значение, в знаменателе – границы доверительных интервалов при надежности 0.95.

фициента „а“ в уравнении О.И. Кудринской [6] и нашем отличаются лишь в 1.2 раза, а их доверительные интервалы перекрываются приблизительно на 31% (см. таблицу). Из этого следует, что в числовом выражении установленная нами зависимость между скоростью потребления кислорода и массой молоди окуня наиболее близка к таковой, полученной О.И. Кудринской [6] на личинках окуня.

Одна из возможных причин значительного различия средних значений параметра „а“ в уравнениях (3) и (6) может заключаться в условиях проведения экспериментов. Г.Л. Мельничуком [7] использован метод замкнутых сосудов, не позволяющий экспериментатору следить за скоростью потребления кислорода рыбами во время опыта. Поскольку респирометры помещались автором в водоем, то маловероятно, чтобы мальки, находясь в естественной обстановке, оставались в состоянии, близком к покою. Последнее же является необходимым условием при измерениях стандартного обмена у рыб [1, 5]. На этом основании можно предположить, что Г.Л. Мельничуком [7] получено значение параметра „а“ не для стандартного обмена, а для обмена, несколько превышающего его.

Таким образом, установленная нами зависимость между уровнем стандартного обмена и массой тела для молоди в числовом выражении наиболее близка к уравнению, рассчитанному Г.Г. Винбергом [3] для пресноводных рыб в целом. Оба эти уравнения могут быть использованы при расчетах пищевых потребностей молоди окуня.

Л и т е р а т у р а

1. А л и м о в А.Ф. Интенсивность обмена у водных пойкилотермных животных. — В кн.: Общие основы изучения водных экосистем. Л., 1978, с. 5-20.
2. В и н б е р г Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск, 1956. 251 с.
3. В и н б е р г Г.Г. Новые данные об интенсивности обмена у рыб. — Вopr. ихтиологии, 1961, т. 1, вып. 1 (18), с. 157-165.
4. З а к с Л. Статистическое оценивание. М., 1976. 598 с.
5. К л я ш т о р и н Л.Б. Определение стандартного обмена у рыб. — В кн.: Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс, 1978, ч. 3, с. 79-87.
6. К у д р и н с к а я О.И. Интенсивность обмена у личинок судака, окуня, леща и плотвы. — Гидробиол. журн., 1969, т. 5, №4, с. 117-121.
7. М е л ь н и ч у к Г.Л. Экология питания, пищевые потребности и баланс энергии молоди рыб водохранилищ Днепра. — Изв. ГосНИОРХ, 1975, т. 101. 266 с.
8. М е т о д и ч е с к и е рекомендации по применению современных методов изучения питания рыб и расчета рыбной продукции по кормовой базе в естественных водоемах. Л., 1978. 21 с.

УДК 597. 3:597. 5:591. 481.1:574. 5:615.9

Н.Н. Р у ж и н с к а я, П.А. Г д о в с к и й

ДЕЙСТВИЕ ПОЛИХЛОРПИНЕНА (ПХП) НА ОБОНЯТЕЛЬНУЮ ЛУКОВИЦУ РЫБ

Цель настоящей работы – выяснить влияние хлорорганического соединения ПХП на функциональное состояние центрального отдела обонятельной системы у рыб.

Работа выполнена на карпах и щуках. Карпов обездвигивали внутримышечным введением листенона (1,5 мг на 1 кг массы рыбы), щук – тубокураринхлоридом (5 мг на 1 кг). Обездвиженное животное фиксировали в проточной камере. В ряде экспериментов на щуках использовался препарат головы. Способы электрического раздражения обонятельного нерва и химической стимуляции рецепторов, а также методы регистрации суммарных ответов в обонятельной луковице и импульсной активности в тракте подробно описаны ранее [3, 4]. Для химической стимуляции рецепторов использовали водные растворы аминокислот, которые в количестве 0.1 мл вводили в проток воды, омывающий обонятельную розетку. Спиртовую эмульсию ПХП разводили раствором Рингера и наносили на поверхность луковицы.

Ортодромный ответ обонятельной луковицы представляет собой сложные колебания суммарного потенциала, отражающие последовательное возбуждение однотипных структур луковицы при электрическом раздражении нерва. Анализ вызванных ответов показал, что в обычных условиях они могут быть разделены не менее чем на 4 компонента: 1 – суммарный потенциал волокон обонятельного нерва, 2 – постсинаптический клубочковый потенциал, 3 – основной компонент ответа, отражающий возбуждение вторичных нейронов и, возможно, гранулярных клеток, 4 – позитивная волна или несколько завершающих волн, обусловленные включением внутренних синаптических связей в луковице (рис. 1) [4].

В первой серии опытов установлено, что ПХП в концентрации $2.5 \cdot 10^{-6}$ М вызывает отчетливые изменения ортодромных ответов обонятельной луковицы щуки. В одних случаях наблюдается инверсия ответа, в других – уменьшение негативной волны с одновременным увеличением амплитуды и продолжительности четвертого компонента или увеличение количества волн, соответствующих четвертому компоненту (рис. 1). Действие ПХП проявляется через

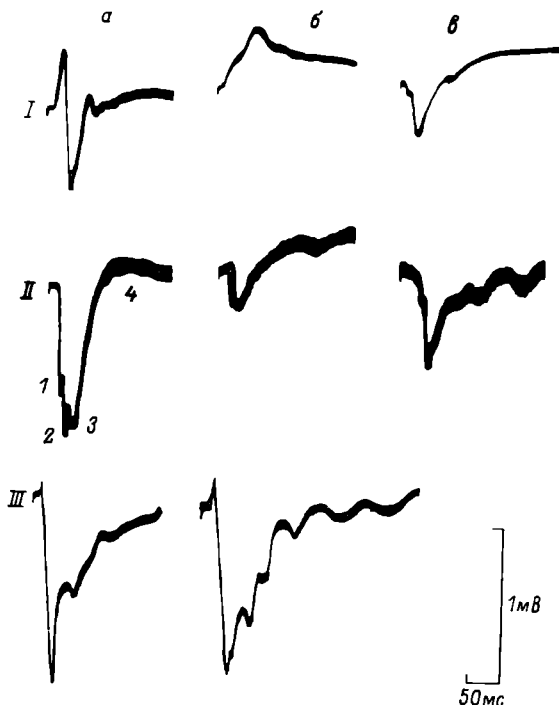


Рис. 1. Действие ПХП ($2.5 \cdot 10^{-6}$ М) на суммарный ортодромный потенциал обонятельной луковицы щуки.

а — ответ в норме; б — ответ через 30 мин после действия ПХП; в — восстановление. I—III — первый—третий опыты. 1—4 — компоненты ортодромного ответа.

20–25 мин и обратимо лишь отчасти, полного восстановления не наблюдается даже после длительного отмывания луковицы раствором Рингера. Наиболее измененные ответы после отмывания принимают форму, характерную для случаев с менее выраженным эффектом ПХП. Так, из рис. 1 видно, что восстановленная форма ответа в первом опыте практически не отличается от ответа, зарегистрированного после действия ПХП во втором опыте, а восстановленный ответ во втором опыте принимает форму, сходную с измененным под влиянием ПХП ответом в третьем опыте. Это, по-видимому, означает, что все наблюдаемые в экспериментах изменения ответов обусловлены одной причиной — воздействием ПХП на полисинаптические структуры луковицы, ответственные за генерацию четвертого компонента. Наиболее сильное нарушение внутрилукочных связей приводит к инверсии ответа, т. е. к преобладанию гиперполяризационных процессов во вторичных нейронах луковицы. Подобное

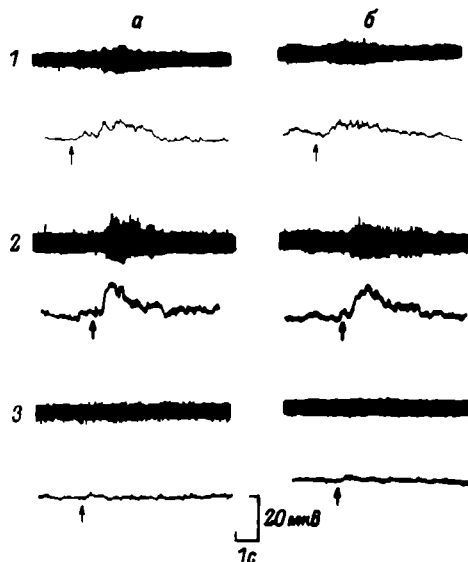


Рис. 2. Действие ПХП на импульсные реакции в обонятельном тракте карпа, вызванные химической стимуляцией рецепторов. Реакции: а - на серин; б - на глутаминовую кислоту. 1 - реакции в норме; 2 - реакции через 5 мин после действия ПХП $2.5 \cdot 10^{-6}$ М; 3 - блокирование реакции через 25 мин после действия ПХП. Здесь и на рис. 3 стрелками обозначен момент нанесения химического стимула.

действие характерно и для другого пестицида - линдана [1]. Различная степень воздействия ПХП объясняется различными условиями эксперимента.

Условие эксперимента	Количество опытов	Отсутствие эффекта	Инверсия ответа	Увеличение четвертого компонента
Препарат головы	7	1	5	1
Наркотизированное животное	9	3	1	5

Данные второй серии опытов свидетельствуют о необратимом блокирующем действии $2.5 \cdot 10^{-6}$ М ПХП на импульсную активность вторичных нейронов луковицы, вызванную химической стимуляцией обонятельных рецепторов (рис. 2).

Таким образом, в результате проведенных опытов установлено, что функциональные нарушения внутренних синаптических связей в

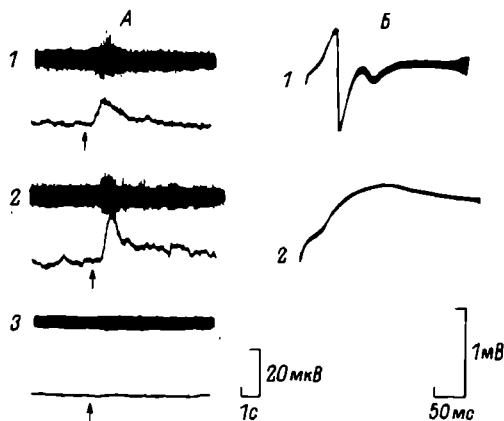


Рис. 3. Действие тропацина на суммарные импульсные реакции и суммарный ортодромный ответ обонятельной луковицы.

А – импульсные реакции на глутамин. 1 – реакции в норме; 2 – реакции через 10 мин после действия 100 мкМ тропацина; 3 – блокирование реакции через 25 мин после действия тропацина. Б – ортодромные ответы. 1 – реакции в норме; 2 – через 5 мин после действия 10 мкМ тропацина.

луковице при действии ПХП существенным образом влияют на способность обонятельной системы воспринимать химические сигналы.

Опыты по выяснению влияния центрального М-холинолитика тропацина на ортодромный ответ обонятельной луковицы и на суммарные импульсные реакции в обонятельном тракте показали, что он в концентрациях 10–100 мкМ вызывает изменения, аналогичные эффектам ПХП (рис. 3). Эксперименты на крысах также подтверждают, что ПХП обладает холинолитическим действием [2].

Л и т е р а т у р а

1. Гдовский П.А., Флеров Б.А. Физиолого-биохимические механизмы действия хлорорганических соединений у водных животных. – Гидробиол. журн., 1979, т. 15, № 6, с. 76–85.
2. Дорошук В.П. Механизмы токсического действия хлорорганических пестицидов (ХОП) на синаптические системы организмов. – В кн.: Всесоюзная учредительная конференция по токсикологии. М., 1980, с. 121. (Тез. докл.).
3. Ружинская Н.Н. Электрофизиологическое изучение периферического отдела обонятельной системы рыб. Автореф. канд. дис. М., 1980. 24 с.

4. Ф л е р с в а Г.И. Электрофизиологическое исследование обонятельного анализатора низших позвоночных. Автореф. канд. дис. М., 1970. 24 с.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

УДК 591.428.4:578.086.3

В.Е. М а т е й

УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ХЛОРИДНЫХ КЛЕТКАХ ЖАБЕРНОГО ЭПИТЕЛИЯ КАРАСЯ ПРИ ОБЕССОЛИВАНИИ

Действие дистиллированной воды на рыб приводит к постепенному их обессоливанию. Осмолярность крови и концентрация в ней Na^+ и K^+ снижаются, параллельно с этим изменяется внутренняя концентрация электролитов в клетках, вызванная уменьшением содержания Na и гипергидратацией [2, 4]. Компенсации потери Na за счет активного транспорта его через жабры не происходит [1], что позволяет предположить нарушение функций хлоридных клеток жаберного эпителия, ответственных за поддержание водно-минерального и кислотно-щелочного равновесия в организме [7].

В нашей работе исследовалось влияние постепенного обессоливания организма рыб на состояние жабр, так как в известной нам литературе данные такого рода отсутствуют. Изучалась ультраструктура хлоридных клеток жабр карася при длительном действии дистиллированной воды.

Эксперименты проводились на 32 карасях *Carassius auratus* L. в возрасте 1⁺ (средняя длина – 10 см, средняя масса – 15 г). Рыбы предварительно выдерживались в течение 5 сут в аквариумах с речной водой при температуре 18–20°C. В эксперименте рыбы помещались в дистиллированную воду с той же температурой, смена воды производилась ежедневно. Гибель рыб наступала через 6 сут, этот срок определил продолжительность эксперимента. В контроле караси содержались в речной воде.

Материал для цитологических исследований – средние участки 2 и 3 жаберных пластинок – в эксперименте фиксировался через 1,5, 24, 48 ч и 4 и 6 сут; в контроле – через 1 ч и 6 сут. Методы фиксации, заливки и окраски материала были описаны нами ранее [3]. Ультратонкие срезы просматривались под электронным микроскопом JEM-100 С при ускоряющем напряжении 80 кВ.

Так как ультраструктура хлоридных клеток карася в норме детально описана нами ранее [3], отметим лишь, что для этих клеток характерны обилие митохондрий с электронно-плотным матриксом, содержащим гранулы, и хорошо развитыми, плотно упакованными кристами, и значительное развитие системы агранулярного ци-

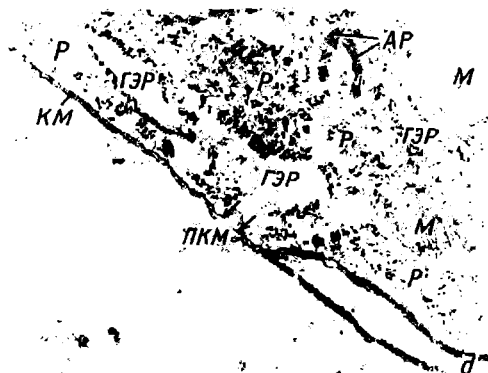
цитоплазматического ретикулума (см. рисунок, а, б). Хлоридные клетки образуют между собой и с клетками других типов — респираторными и слизистыми — плотные контакты и различные варианты простых соединений (см. рисунок, б).

Через 1 ч с начала эксперимента наиболее существенным изменениям подвергаются митохондрии и агранулярный цитоплазматический ретикулум. Наряду с митохондриями, строение которых не обнаруживает существенных отклонений от нормы, наблюдается большое количество набухших, с матриксом малой электронной плотности, не содержащим гранул, и беспорядочно ориентированными укороченными кристами (см. рисунок, в). Система агранулярного цитоплазматического ретикулума значительно менее разветвлена. Формирующие ее трубочки уменьшены в диаметре (23 нм по сравнению с 32 нм в контроле) и заполнены веществом большей электронной плотности, чем в норме (см. рисунок, в). Перфорации наружных плазматических мембран приводят к нарушению клеточных контактов (см. рисунок, д). Эти изменения можно считать первоначальной ответной реакцией клеток на отсутствие ионов во внешней среде, непосредственно омывающей жабры. Расширение каналов гранулярного эндоплазматического ретикулума, увеличение содержания рибосом, образующих „розетки“, связаны с интенсификацией белкового синтеза и могут рассматриваться как начало адаптивных реакций клетки на повреждающее воздействие.

В дальнейшем ходе эксперимента, приводящем к обессоливанию организма рыб, изменения ультраструктуры хлоридных клеток прогрессируют. В период с 5 до 96 ч воздействия продолжается набухание митохондрий, которое сопровождается дезагрегацией матрикса и разрушением их мембранных компонентов (см. рисунок, г). Эти признаки могут свидетельствовать о снижении энергетического баланса клетки и подавлении функции активного транспорта солей, что согласуется с данными физиологических и биохимических исследований [5]. Продолжающееся нарушение целостности наружных цитоплазматических мембран может способствовать увеличению пассивной потери Na^+ через жабры, отмечаемому рядом авторов [6, 8].

Через 6 сут воздействия матрикс митохондрий уплотняется, в перинуклеарной зоне они лизируются, образуя аутофагические вакуоли с осмиофильным содержимым (см. рисунок, е). Трубочки агранулярного цитоплазматического ретикулума немногочисленны, диаметр их близок к контрольному. Розетки рибосом заполняют цитоплазму клеток, каналы гранулярного ретикулума выявляются хорошо (см. рисунок, е). Перфорации наружных цитоплазматических мембран встречаются редко, однако наблюдаются локальные расширения межклеточных пространств, заполненные электронно-плотным содержимым, образующимся, вероятно, в результате повышения уровня синтеза белка в клетке и способствующим репарации клеточных мембран (см. рисунок, е). Последнее может служить объяснением уменьшения скорости общей потери Na^+ при длительном пребывании рыб в дистиллированной воде [5].





Ультраструктура хлоридных клеток в норме и при обессоливании.

а — участок околоядерной цитоплазмы хлоридной клетки в контроле; б — апикальная часть хлоридной клетки в контроле, межклеточные контакты; в — участок околоядерной цитоплазмы, дистиллированная вода, 1 ч; г — митохондрии из околоядерной цитоплазмы, дистиллированная вода, 96 ч; д — наружные цитоплазматические мембраны, дистиллированная вода, 1 ч; е — околоядерная зона хлоридной клетки, межклеточные контакты, дистиллированная вода, 6 сут. М — митохондрии; АР — агранулярный цитоплазматический ретикулум; ГЭР — гранулярный эндоплазматический ретикулум; Р — рибосомы; В — вакуоли; КМ — клеточные мембраны; ПКМ — перфорация клеточных мембран; Я — ядро; КК — клеточный контакт.

Увел. А, Б, Д — 16 000; В — 13 000; Г — 20 000; Е — 10 000.

Полученные данные свидетельствуют о том, что дистиллированная вода вызывает в жабрах рыб деструктивные изменения, связанные с непосредственным действием ее на клетки, формирующие респираторный эпителий. Подобная реакция (деструкция митохондрий, вакуолизация цитоплазмы) отмечалась у рыб из сред с пониженным содержанием Ca и Mg [7]. К концу эксперимента в жабрах развиваются процессы, носящие адаптивный характер, однако длительное обессоливание организма приводит к нарушению гомеостаза и в конечном итоге — к гибели рыб.

Л и т е р а т у р а

1. Виноградов Г.А., Соколов В.А., Флерова Г.И. Изучение действия низких рН у пресноводных рыб. — В кн.: Теоретические аспекты рыбохозяйственного исследования водохранилищ. Л., 1978, с. 168–174.
2. Гинесинский А.Г., Васильева В.Ф., Наточин Ю.В. Реакция рыб на изменение солености среды. — В кн.: Проблемы эволюции функций и энзимохимии процессов возбуждения. М., 1961, с. 89–102.
3. Матей В.Е. Ультраструктура хлоридных клеток жаберного эпителия трехиглой колюшки и карася. — Цитология, 1980, т. 22, № 12, с. 1387–1391.
4. Наточин Ю.В. Адаптация к обессоливаю животным с различным типом осморегуляции. — Журн. эволюц. биохим. и физиол., 1965, т. 1, № 6, с. 523–530.
5. Турстон Р.В., Виноградов Г.А., Комов В.Т., Матей В.Е. Влияние низких значений рН, солей аммония и обессоливания на активность ферментов, обмен натрия в жабрах и ультраструктуру хлоридных клеток у пресноводных рыб. Сообщение II. — В кн.: Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., 1979, № 44, с. 75–79.
6. E d d y F.B. The effect of calcium on gill potentials and on sodium and chloride fluxes in the goldfish, *Carassius auratus*. — J. Comp. Physiol., 1975, N 96, S. 131–142.
7. E v a n s D.H. Ionic exchange mechanisms in fish gills. — Comp. Biochem. Physiol., 1975, vol. 51A, N 3, p. 491–495.
8. I s a i a J., M a s o n i A. The effects of calcium and magnesium on water and ionic permeabilities in the seawater adapted eel, *Anguilla anguilla* L. — J. Comp. Physiol., 1976, N 109, S. 221–233.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Р.А. Запруднов а

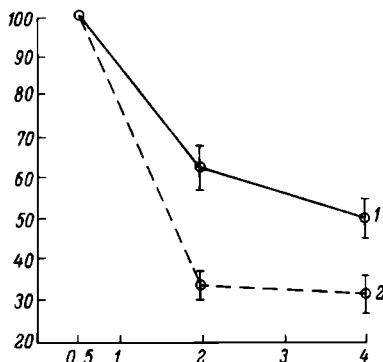
ВЛИЯНИЕ АДРЕНАЛИНА НА КОНЦЕНТРАЦИЮ КАЛИЯ
В ПЛАЗМЕ КРОВИ ЛЕЩА *IN VITRO*

Изучая изменения электролитов при стрессорных воздействиях у пресноводных рыб, мы обнаружили ряд закономерностей в динамике катионов K^+ в плазме и эритроцитах. На основании полученных данных был сделан вывод о том, что в первые минуты стресса ионы K^+ двигаются по концентрационным градиентам, но в дальнейшем пассивные потоки ионов K^+ между плазмой и эритроцитами прекращаются и начинают преобладать процессы, идущие против ионных градиентов [1]. Возможно, что на данном этапе стрессорного воздействия перераспределение ионов K^+ между плазмой и эритроцитами регулируется веществами гормональной природы.

При стрессорном воздействии катехоламины участвуют в приспособительных реакциях организма. Наиболее значимым представителем биологически активных катехоламинов является адреналин. У рыб он содержится в почках, особенно головных [2]. При экспериментальных функциональных нагрузках у рыб наблюдали значительное увеличение уровня адреналина и норадреналина в крови [4]. В опытах *in vitro* у высших позвоночных катехоламины вызывают изменение ионных потоков K^+ через эритроцитарную мембрану [3], а *in vivo* — внутривенное введение адреналина и норадреналина приводит к изменению концентрации K в плазме [6]. Сведений по данному вопросу для рыб мы не обнаружили.

Целью настоящей работы является изучение роли адреналина в регуляции содержания K в плазме леща при инкубации крови.

В эксперименте использовали кровь 9 лещей (*Abramis brama* L.) массой 623.7 ± 71.5 г, длиной тела 311.9 ± 11.1 мм. Опыт проводили в феврале 1980 г. Лещей, отловленных сетями в Рыбинском водохранилище, предварительно акклиматизировали в течение 2.5 нед. к лабораторным условиям при температуре воды $1 \pm 0.5^\circ C$. Кровь для опыта получали из хвостовой артерии. Кровью каждой рыбы наполняли 2 пробирки, по 2 мл в каждую. В качестве антикоагулянта применяли гепарин. Первая пробирка была контрольной, во вторую добавляли адреналин в концентрации 10 мкг/мл (использовали исходный раствор 0.1%-ного хлорида адреналина). Затем кровь инкубировали при температуре $21^\circ C$ в плотно закрытых пробирках. Пробы крови для анализа (приблизительно по 0.5 мл) отбирали в начале опыта (сразу после взятия крови от рыб), а затем через 1.5 и 3.5 ч инкубации. Пробы центрифугировали при 5000 об/мин в течение 30 мин. Время центрифугирования являлось продолжением времени инкубации крови. Содержание ионов K^+ в плазме определяли на спектрофотометре „Flarho-4” в воздушно-пропановом пламени. Результаты обрабатывали статистически на ЭВМ „Минск-22”.



Влияние адреналина на содержание калия в плазме крови леща *in vitro*.

1 — контроль, 2 — опыт.

По оси ординат — содержание калия в плазме инкубируемой крови леща, % к его содержанию в исходной точке; по оси абсцисс — время инкубации крови, ч.

В течение 1.5 ч (с 0.5 до 2 ч) инкубации концентрация K^+ в плазме в присутствии адреналина падала с 2.9 ± 0.37 до 0.95 ± 0.13 мэкв./л (даны средние \pm ошибки средних), а в контроле — с 2.9 ± 0.37 до 1.6 ± 0.19 мэкв./л, т. е. скорость уменьшения К в плазме опытных проб была в 1.5 раза выше, чем в контрольных. С 2 до 4 ч инкубации в пробах с адреналином концентрация K^+ в плазме практически не менялась (см. рисунок).

Уменьшение плазменного K^+ при 1.5-часовой инкубации в опытной и контрольной пробах, по-видимому, связано с переходом К из плазмы в эритроциты, но этот процесс выражен гораздо сильнее в присутствии адреналина: критерий превышения контроля над опытом составляет 10.3 ($P < 0.01$). Ионы K^+ двигаются против концентрационного градиента, так как содержание K^+ в эритроцитах леща 30 раз превышает таковое в плазме [1]. Природа этого явления в контрольных пробах неясна.

Впервые уменьшение ионов K^+ в плазме под действием адреналина было отмечено Эрсковым [5] при инкубации крови голубей и лягушек. В более поздних работах на эритроцитах утки было показано, что стимуляция транспорта ионов через мембрану эритроцитов катехоламинами связана с β -адренорецепторами и обусловлена активацией аденилатциклазы, приводящей к накоплению $3', 5'$ -АМФ [3].

Ранее [1] было показано, что через 1–1.5 ч непрерывного действия стрессорного фактора в эритроцитах леща и плотвы содержание ионов K^+ превышало норму у леща на 7%, у плотвы — на 8%. Увеличение K^+ в эритроцитах (на 30% от нормы) было обнаружено и у щуки через сутки непрерывного стрессорного воздействия. Эти

данные и результаты проведенного опыта позволяют предположить, что при стрессе *in vivo* адреналин наряду с другими факторами способствует противогradientному увеличению концентрации K^+ в эритроцитах леща и других пресноводных рыб, т. е. адреналин выполняет защитные функции, сохраняя прежние градиенты между плазмой и эритроцитами.

Полученные данные, таким образом, показывают, что адреналин в концентрации 10 мкг/мл крови способствует усилению активного тока K из плазмы в эритроциты. Результаты позволяют также частично объяснить влиянием адреналина ранее наблюдаемое противогradientное перераспределение K^+ между плазмой и эритроцитами при стрессе.

Л и т е р а т у р а

1. Мартеньянов В.И., Запруднова Р.А. Динамика содержания электролитов в плазме, эритроцитах и мышцах у пресноводных рыб при стрессе. - Биол. науки, 1982, № 10, с. 44-49.
2. Станиславский Е.М. Адреналин и норадреналин в органах карпа *Cyprinus carpio* в норме и при функциональных нагрузках. - Журн. эвол. биохим., физиол., 1968, т. 4, № 4, с. 337-341.
3. Gardner J.D., Mensh R.S., Kiino D.R., Aurbach G.D. Effects of β -adrenergic catecholamines on potassium transport in turkey erythrocytes. - J. Biol. Chem., 1975, vol. 250, N 4, p. 1155-1163.
4. Mazeaud M.M., Mazeaud F., Donaldson E.M. Primary and Secondary Effects of Stress in Fish: Some New Data with a General Review. - Trans. Amer. Fish. Soc., 1977, vol. 106, N 3, p. 201-212.
5. Orskov S.L. Experiments on the influence of adrenaline and noradrenaline on the potassium absorption of red blood cells from pigeons and frogs. - Acta physiol. scand., 1956, bd. 37, N 4, s. 299-306.
6. Todd E.P., Vick R.L. Kalemotropic effect epinephrine: analysis with adrenergic agonists and antagonists. - Amer. J. Physiol., 1971, vol. 220, N 6, p. 1964-1969.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

С.М. Разгулин, М.В. Гапеева

БИОГЕННЫЙ И СОЛЕВОЙ СТОК Р. ВОЛГИ
В РЫБИНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Определение стока растворенных веществ и связанные с ним вопросы биогенной нагрузки водоемов актуальны. Для количественной оценки поступления биогенных элементов и солей со стоком р. Волги в 1979 г. в створе Углической ГЭС с 3 апреля по 5 мая проводили отбор проб воды с интервалом 2–3 сут, с июня по декабрь пробы отбирали 1 раз в месяц.

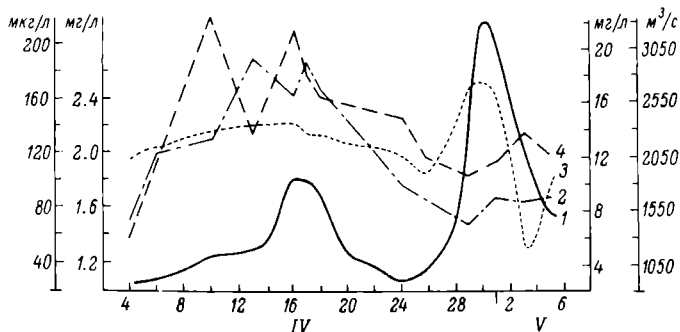
Содержание общего азота определяли в нефилтрованной воде сожжением по Кьельдалю, а общего фосфора – с персульфатом калия. Ионы аммония определяли методом изотермической дистилляции с реактивом Несслера, нитраты – восстановлением до нитритов на омедненном кадмии с реактивом Грисса. Выделение и обработку взвесей проводили на мембранном фильтре № 4 с диаметром пор 0.9 мкм. В фильтрате определяли реактивный фосфор восстановлением фосфорно-молибденового комплекса двуххлористым оловом с гидразином. Анализы на минеральные формы биогенных элементов и общий фосфор выполняли сразу после отбора проб. Пробы на солевой состав обрабатывали по общепринятым методикам¹ [1].

В 1979 г. объем стока р. Волги в указанном створе составил 9.62 км³, что на 1.36 км³ меньше среднегодовое значение [5]. При четко выраженном двухпиковом гидрографе весеннего половодья объем водного стока был довольно высоким – 5.46 км³, или 57% от годового. На июнь–ноябрь приходилось 1.67 км³, или 17%, объем стока в январе–марте, декабре равнялся 2.47 км³, или 25% годовой величины.

Результаты гидрохимических исследований показывают значительные изменения концентраций биогенных элементов во время весеннего половодья (см. рисунок). В период первой фазы половодья, с 4 по 24 апреля ($Q_{\text{макс.}} = 1850 \text{ м}^3/\text{с}$), с преобладанием склонового стока с полевых водосборов, богатых биогенными элементами, содержание общего и реактивного фосфора возрастало соответственно в 3 и 2.6 раза – с 65 до 190 мкг/л и с 35 до 80 мкг/л. Для второй фазы, с 24 апреля по 5 мая ($Q_{\text{макс.}} = 3101 \text{ м}^3/\text{с}$), характерно снижение концентраций общего и минерального фосфора до 88 и 30 мкг/л. В этот период в стоке преобладали воды с залежных водосборов, обогащенных органическим веществом и с меньшим содержанием минерального фосфора.

Динамика общего фосфора за время наблюдений в определенной степени идентична режиму мутности (см. рисунок). Известно, что

¹ Часть гидрохимических определений выполнила З.А. Митропольская.



1 — расходы воды, 2 — общий фосфор, 3 — общий азот, 4 — взвешенные вещества.

По оси ординат: слева — общий фосфор, мкг/л, общий азот, мг/л; справа — взвешенные вещества, мг/л, расходы воды — м³/с; по оси абсцисс — дата.

ортополифосфаты прочно сорбируются на различных поверхностях [3]. Данные по режиму мутности и содержанию общего фосфора во взвешенных, любезно предоставленные нам Н.А. Зиминовой, а также наши результаты позволили оценить долю общего фосфора, поступающего в водоем с твердым стоком. Отношение средневзвешенных по стоку величин P взвеси к $P_{\text{общ}}$ нефильтрованной воды составляло 45% для апреля и 22% для мая. В последующие месяцы этот показатель варьировал от 11 до 30%. Для Москвы-реки в половодье эта величина равнялась 70% [2]. Средневзвешенная по стоку концентрация общего фосфора в апреле равнялась 120 мкг/л. С июня по ноябрь она изменялась от 40 до 100 мкг/л.

Оценка годового поступления общего фосфора показала, что с водами р. Волги в Рыбинское водохранилище поступает 859 т фосфора, 65% этого количества приходится на апрель и май, 8.3% — на июнь-август, 7.5% — сентябрь-ноябрь и 1.8% — на январь-март, декабрь (табл. 1).

Содержание общего азота и его минеральных форм менее изменчиво в период половодья. Это объясняется лучшей растворимостью соединений N и меньшей связью с твердым стоком по сравнению с P. Максимальных значений (см. рисунок) концентрации общего и органического азота достигали во вторую фазу половодья и составляли 2.52 и 1.55 мг N/л. Содержание ионов аммония и нитратов было довольно стабильным и характеризовалось величинами 0.2 и 0.7 мг N/л. Поступление цветных вод с залесенных водосборов снизило концентрации нитратов до 0.5 мг/л и увеличило содержание аммонийного азота до 0.5–0.7 мг N/л. Средневзвешенные по стоку концентрации общего азота для апреля-мая составили 2.18 и 1.88 мг N/л, что в 1.5–2 раза выше содержания данного компонента в июне-декабре (0.93–1.57 мг N/л).

Т а б л и ц а 1

Внутригодовое распределение стока биогенных элементов и солей р. Волги у г. Углича в 1979 г.

Показатель	Апрель	Май	Июнь— май	Сентябрь— ноябрь	Январь— март, декабрь	За год
Сток общего фосфора, т	380	190	65	58	166	859
Средневзвешенная концентрация общего фосфора, мг/л	0.121	0.081	0.062	0.090	0.070	-
Сток фосфатов, т	172	73	52	43	108	448
Средневзвешенная концентрация фосфатов мг/л	0.057	0.030	0.050	0.069	0.047	-
Сток общего азота, т	6.817	4419	1389	755	4138	17518
Средневзвешенная концентрация общего азота, мг N/л	2.18	1.88	1.31	1.26	1.6	-
Сток азота нитратов, т	2255	1553	414	229	1637	6088
Средневзвешенная концентрация азота нитратов, мг N/л	0.72	0.58	0.38	0.36	0.65	-
Сток солей, тыс. т	575.4	304.5	167.4	133.1	775.0	1955

П р и м е ч а н и е. Биогенный сток за январь и февраль рассчитывался по: [3].

Т а б л и ц а 2

Сравнительные данные по биогенному стоку р. Волги у г. Углича

Показатель	Апрель-май		Июнь-март		Год	
	I	II	I	II	I	II
Сток общего фосфора, т	570	476	289	202	859	678
Сток общего азота, т	11230	9670	6288	5500	17518	15170
Водный сток, км ³	5.46	5.9	4.14	3.1	9.6	9.0

П р и м е ч а н и е. I - наши данные, II - по: [4].

Годовой сток общего азота р. Волги в 1979 г. в створе Угличской ГЭС составил 17 518 т (табл. 1). На апрель и май приходилось 65% стока, 8% - на июнь-август, 5% - сентябрь-ноябрь и 22% на декабрь, январь-март, декабрь.

Подобные величины стока биогенных элементов (табл. 2) были получены в среднем за ряд лет С.М. Драчевым [5]. Для точной оценки стока биогенных компонентов необходимо проведение учащенных наблюдений в период весеннего половодья.

За 1979 г. в Рыбинское водохранилище поступило со стоком р. Волги 1955 тыс. т солей (табл. 1), 45% этого количества приходится на апрель и май.

Полученные результаты по биогенному и солевому стоку р. Волги могут быть использованы в качестве балансовых характеристик водоема.

Л и т е р а т у р а

1. А л е к с и н О.А., С е м е н о в А.Д., С к о п и н ц е в Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973. 269 с.
2. Б р у е в и ч С.В., К о с т р о м и н а А.А. Определение органического и минерального фосфора в природных водах. - Журн. прикладной химии, 1938, т. 11, №4, с. 27-34.
3. В а н - В е з е р Дж. Р. Соединения фосфора. - В кн.: Фосфор в окружающей среде. М., 1977, с. 195-203.
4. В о л г а и ее жизнь. Л., 1978. 350 с.
5. Д р а ч е в С.М., Б ы л и н к и н а А.А., Т р и ф о н о в а Н.А., К у д р я в ц е в а Н.А. Влияние антропогенных факторов на содержание биогенных элементов и солевой состав водохранилищ Волги. - В кн.: Биологические продукционные процессы в бассейне Волги. Л., 1976, с. 18-24.
6. Ф о м и ч е в И.Ф., Л и т в и н о в А.С. Многолетние изменения составляющих водного баланса Рыбинского водохранилища

УДК 556.551.14

А.А. Былинкина, Н.А. Трифонова

ОБ ИСТОЧНИКАХ ПОСТУПЛЕНИЯ ФОСФОРА В ШЕКСНИНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Площадь Шекснинского водохранилища 1665 км², объем 6.52 км³. Примерно 80% объема составляет мелководное Белое озеро, остальная часть приходится на речной Шекснинский плес. Сведения по морфометрии, гидрологии и гидрохимии водохранилища опубликованы ранее [2, 4].

Сезонные наблюдения над содержанием Р в Шекснинском водохранилище проводили в 1976 и 1977 гг. В составе внешних источников поступления Р учитывали речной сток (в том числе сток из Северо-Двинской системы) и атмосферные осадки. Помимо полученных нами данных, использовали литературные материалы [6]. В период наблюдений концентрации общего фосфора в притоках колебались от 40 до 153 мкг Р/л; средневзвешенное содержание Р изменялось по сезонам от 64 до 107 мкг Р/л. Концентрация общего фосфора в дождевой воде, по нашим определениям, в среднем равна 32 мкг Р/л, в снеге — 24 мкг Р/л [1].

Количество Р, поступающее со сточными водами, составляет незначительную величину, которой можно пренебречь. Плотность населения на территории, прилегающей к водохранилищу, невелика. По берегам водоема расположены в основном населенные пункты сельского типа, за исключением г. Белозерска, численность жителей которого менее 20 тыс. Даже при условии сброса всех бытовых стоков города в Белое озеро количество общего фосфора из этого источника не превысит 1.5% от суммарного поступления с речным стоком и осадками.

Данные о содержании общего фосфора в Приплотинном плесе позволяют оценить сброс этого элемента из водохранилища и, сопоставив его с поступлением, составить ориентировочный баланс Р (см. таблицу). При составлении баланса Р использованы водные балансы за эти же годы [5]. В воднобалансовые расчеты боковой приточности и сброса через гидроузлы внесены поправки, предложенные А.С. Литвиновым [4].

Как видно из баланса, внешняя нагрузка Р на водохранилище в среднем за год равна 520 т.

Общая нагрузка Р на водоем определена расчетным путем на основе фактических данных о содержании Р в водохранилище, полу-

Баланс фосфора в Шекснинском водохранилище (1976-1977 гг.)

Элементы баланса	Объем воды, км ³	Общий фосфор	
		т	% от общего поступления
Приход			
Речной сток	5.524	488.1	93.6
Атмосферные осадки на площадь водоема	1.002	31.3	6.0
Возврат потерь на оседание льда	0.075	1.8	0.4
И т о г о :	6.601	521.2	100
Расход			
Сброс через Шекснинский гидроузел	5.204	245.6	47.1
Сброс через Пахомовский гидроузел	0.283	38.2	7.3
Потери на оседание льда и снега	0.074	1.8	0.4
Испарение	0.627	-	-
И т о г о :	6.188	285.6	54.8
Аккумуляция в водной толще	0.413	25.6	4.9
Аккумуляция в донных отложениях	-	210.0	40.3

ченных в результате сезонных наблюдений. Она рассчитывалась по формуле Диллона в модификации Островского [7]

$$J = \frac{P \cdot Q}{1 - R},$$

где J - нагрузка, т; P - средневзвешенная годовая концентрация фосфора, мкг/л; Q - объем водного стока в створе ГЭС, км³/год; R - коэффициент удержания, характеризующий аккумуляцию P в водоеме; он найден по эмпирической формуле [7]

$$R = 0.201 \cdot e^{-0.0425 q_s} + 0.574 \cdot e^{-0.00949 q_s},$$

где q_s - отношение объема стока из водохранилища к площади его зеркала. Для Шекснинского водохранилища значение этого коэффициента - 0.73.

В 1976-1977 гг. общая нагрузка на водоем составила в среднем за год 1260 т. Значительное превышение этой величины над внешним поступлением (520 т) свидетельствует о существенном влиянии внутриводоемных источников, которые дают примерно 740 т.

В мелководном Белом озере (средняя глубина 3.8 м) таким источником служат донные отложения. Ранее было показано, что преобладающая часть общего фосфора, содержащегося в водной толще Белого озера, связана с твердой фазой [2]. По-видимому, при ветровых волнениях частицы верхнего слоя донных отложений, особенно его тонкодисперсная фракция, многократно переходит во взвешенное состояние. Так, при мутности 20 мг/л, нередко наблюдаемой в Белом озере, в водной толще одновременно находится до 100 тыс. т илстых частиц. При содержании в них 0.20% Р это соответствует примерно 200 т фосфора. С установлением штилевой погоды содержание взвесей снижается почти на порядок. Таким образом, указанное выше количество (740 т) является результатом повторного включения Р донных отложений в процессы круговорота и дает представление о нагрузке этого элемента от внутриводоемного источника, зависящей от гидродинамической активности водных масс. Большая часть взвешенного фосфора оседает там же, где и взмучивается (в Белом озере), остальное количество поступает в Шекснинский плес и накапливается на глубоководном предплотинном участке.

После создания Шекснинского водохранилища вынос взвешенных веществ р. Шексой снизился примерно на 200 тыс. т [3]. Соответственно вынос Р сократился на 250-280 т. Эта величина дает приближенную оценку накопления Р в предплотинной части водоема.

О поведении Р в водоеме и интенсивности его седиментации можно судить и по другим показателям. Так, Волленвайдер [8] установил, что с этой целью может быть использовано отношение средних концентраций Р в водоеме и притоке и сравнение этого отношения с величиной $\frac{1}{1+\sqrt{\tau_w}}$, где τ_w - период водообмена. Превышение первой величины над второй свидетельствует о замедленной седиментации или о дополнительном поступлении Р из внутриводоемных источников. Для Шекснинского водохранилища отношение Р водоема / Р притока, определенное по фактическим данным, составило 0.70, величина $\frac{1}{1+\sqrt{\tau_w}} = 0.48$, что подтверждает значительную роль донных отложений в обогащении водной массы фосфором.

Л и т е р а т у р а

1. Былинкина А.А., Петухова Л.А. Поступление соединений фосфора в Рыбинское водохранилище с местным стоком и сточными водами. - В кн.: Абиотические факторы биологического круговорота в водоемах, Л., 1971, с. 35-42.
2. Былинкина А.А., Трифонова Н.А., Кудрявцева Н.А., Калинина Л.А., Генкал Л.Ф. Гидрохимический режим Шекснинского водохранилища и водоемов Северо-Двинской системы. - В кн.: Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л., 1982, с. 45-76.

3. Зиминова Н.А., Курдин В.П. Баланс взвешенных веществ в Рыбинском водохранилище. — В кн.: Органическое вещество и элементы гидрологического режима волжских водохранилищ. Л., 1972, с. 199–210.
4. Литвинов А.С., Цельмович О.Л. Водный баланс и водообмен Шекснинского водохранилища и их изменения при территориальном перераспределении стока. — В кн.: Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л., 1982, с. 9–25.
5. М а т е р и а л ы наблюдений на озерах и водохранилищах (дополнение к Гидрологическому ежегоднику). Горький, 1976–1977, т. 4, вып. 1–3. 1977–1978, т. 4, вып. 1–3.
6. Скопинцев Б.А., Бакулина А.Г., Кузнецова Н.С. Органическое вещество в водах Рыбинского и Шекснинского водохранилищ, Белого и Сиверского озер в многоводные 1965 и 1966 гг. — В кн.: Абиотические факторы биологического круговорота в водоемах. Л., 1971, с. 67–85.
7. O s t r o f s k y M.Z. Modification on phosphorus retention models for use with lakes with low areal water loading. — J. Fish. Res. Board Can., 1978, vol. 35, N 12, p. 1532–1536.
8. V o l l e n w e i d e r R.A. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. — Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 1976, vol. 33, p. 53–84.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

УДК 556. 555. 6 : 574. 5 (024)

С.В. М о н а к о в а

ЛЕТУЧИЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ В МАЛЫХ ЛЕСНЫХ ОЗЕРАХ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Летучие жирные кислоты (ЛЖК) — один из источников образования метана в водоемах. При анаэробном разложении опустившегося на дно фитопланктона и остатков высшей водной растительности наряду с водородом, углекислотой и другими продуктами распада образуются ЛЖК, прежде всего уксусная.

В 1978 г. проведено наблюдение за сезонными изменениями содержания муравьиной, уксусной, пропионовой, масляной, валериановой и капроновой кислот в донных отложениях 3 маленьких лесных озер, расположенных в окрестностях пос. Борок Ярославской обл. Пробы отбирались примерно через 2 нед, с июня по октябрь.

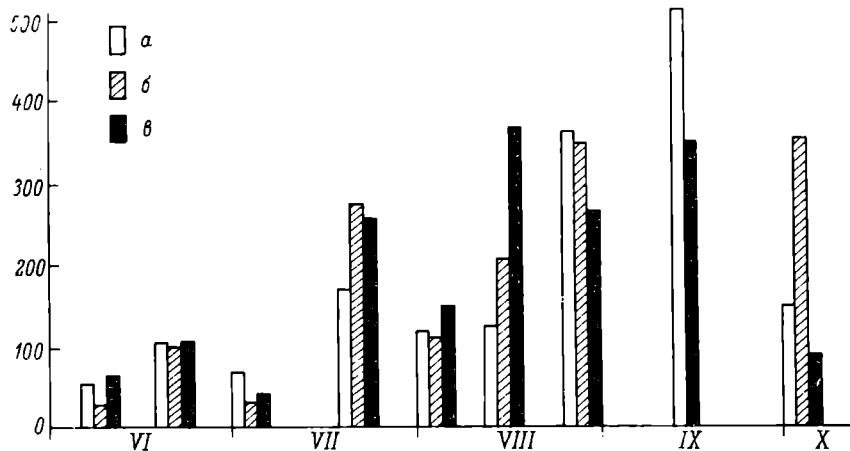


Рис. 1. Содержание ЛЖК в илах, мг/кг сырого ила.

а - озеро 1; б - озеро 2; в - озеро 3.

Определение ЛЖК¹ проводилось по описанной ранее методике [1, 2]. Кислоты отгонялись из проб водяным паром. Отгон подщелачивался, упаривался досуха и натриевые соли органических кислот через хлорпроизводные и метиловые эфиры переводили в гидроксамовые производные, в виде которых они разделялись методом хроматографии на бумаге. После проявления интенсивность окраски пятен определялась на денситометре. Количество кислот рассчитывалось путем сравнения со стандартами.

В табл. 1 приводится краткая гидрохимическая характеристика исследованных водоемов. Это небольшие по площади мелкие озера, отличавшиеся друг от друга по ряду показателей: в 1-м и 2-м была значительно выше цветность воды, обусловленная болотным питанием, и ниже электропроводность, чем в 3-м озере. В первых двух водоемах отмечается кислая реакция воды - pH до 3.6 и низкое содержание кислорода - 4 мг/л; количество органического вещества наибольшее в 1-м озере и наименьшее в 3-м, где, как показывает сопоставление бихроматной и перманганатной окисляемости, доля трудноусвояемой органики ниже, нежели в 1-м и во 2-м озерах. Донные отложения исследованных озер представляли собой торфянистые илы в 1-м и 2-м озерах и темно-серый ил в 3-м. По содержанию органического вещества, определенного как потеря при прокаливании, они разнились незначительно: в 1-м - 33, во 2-м - 39 и 3-м - 38% (средние величины за период наблюдений). Доля ЛЖК в органическом веществе илов колебалась

¹ Муравьиная кислота определялась качественно.

Т а б л и ц а 1

Краткая гидрохимическая характеристика исследованных озер

№ озе- ра	Глубина, м	Прозрач- ность, м	Темпе- ратура, °С	рН	Цветность, град.	Электропро- водность, мкСм	Кисло- род, мг О ₂ /л	Карбо- наты, мг С/л	Окисляемость, мг О ₂ /л		Б : П
									перман- ганат- ная (П)	бихро- матная (Б)	
1	0.8 0.7-0.9	0.3 0.2-0.4	14 4-21	4.9 3.6-5.4	495 380-680	29 23-39	4 2-6	11 6-14	69 59-84	118 103-168	1.7 1.3-2.0
2	1.0 0.8-1.2	0.5 0.3-0.7	14 5-19	5.9 5.2-6.3	340 212-430	35 28-53	4 3-8	8 7-11	40 34-51	88 46-117	2.2 1.4-3.3
3	0.6 0.5-0.6	до дна -	15 5-22	7.9 7.4-8.5	30 23-47	181 146-214	9 6-14	18 13-31	7 6-9	37 22-50	5.4 3.4-7.7

П р и м е ч а н и е. Над чертой — средняя из наблюдений, под чертой — пределы колебаний за период наблюдений.

Т а б л и ц а 2

Содержание летучих жирных кислот в илах, мг на кг
сырого ила

Дата отбора проб	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
О з е р о 1						
8 У1	+	54	+	-	-	5
20 У1	+	95	+	-	-	8
4 УII	+	50	-	-	-	19
19 УII	+	138	+	+	-	31
2 УIII	+	109	2	4	2	4
15 УIII	+	123	+	-	-	-
30 УIII	+	357	2	5	1	+
13 IX	+	514	2	+	-	+
3 X	+	152	+	+	+	+
О з е р о 2						
8 У1	+	23	+	-	-	5
20 У1	+	95	+	-	-	3
4 УII	+	27	-	-	-	3
19 УII	+	262	1	2	-	9
2 УIII	+	104	+	2	-	6
15 УIII	+	205	1	+	-	-
30 УIII	+	347	2	3	-	-
3 X	+	352	2	2	-	-
О з е р о 3						
8 У1	+	58	1	-	-	6
20 У1	+	99	+	-	-	7
4 УII	+	33	-	-	-	8
19 УII	+	252	2	2	+	6
2 УIII	+	124	2	3	+	19
15 УIII	+	357	2	+	+	-
30 УIII	+	262	2	+	-	-
13 IX	+	347	2	+	-	+
3 X	+	90	-	-	-	-

П р и м е ч а н и е. C₁-C₆ - летучие жирные кислоты: муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая и капроновая по числу углеродных атомов в них. Знак плюса - для муравьиной кислоты ее присутствие в пробе, для остальных - присутствие в виде следов. Знак минуса - отсутствие кислоты.

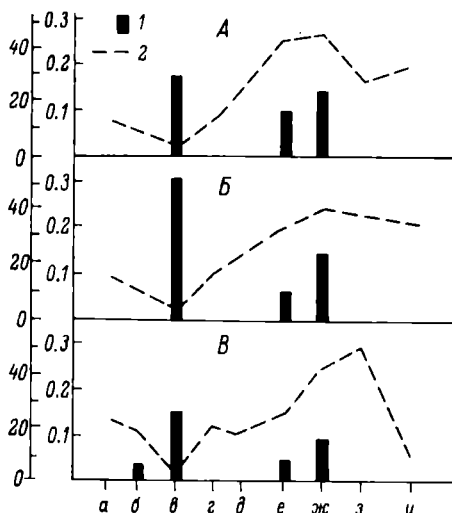


Рис. 2. Скорость бактериального потребления ацетата в воде.

А – озеро 1, В – озеро 2, В – озеро 3. 1 – скорость бактериального потребления ацетата; 2 – изменение содержания ацетата в воде; По оси ординат: слева – ЛЖК, мг/л, справа – скорость потребления, мкг С/(л·ч); по оси абсцисс – даты отбора проб: а – 8 УІ, б – 20 УІ, в – 4 УІІ, г – 19 УІІ, д – 2 УІІІ, е – 15 УІІІ, ж – 30 УІІІ, з – 13 ІХ, и – 3 Х.

в следующих пределах: в 1-м озере – 0.1–1.7, во 2-м – 0.03–0.4, в 3-м – 0.06–0.7%.

Из шести определяемых кислот в илах постоянно присутствовали муравьиная и уксусная (табл. 2), последняя составляла наибольшую часть из суммы кислот от 73 до 100%. За время наблюдений количество уксусной кислоты изменялось от десятков до сотен мг на кг сырого ила.

Из остальных кислот в более значительных количествах присутствовала капроновая кислота, реже всех встречалась валериановая.

Содержание ЛЖК в илах всех 3 озер (рис. 1) было низким в начале лета и увеличивалось в августе–сентябре. Увеличение количества ЛЖК к концу лета–началу осени отмечено и в воде исследованных озер (рис. 2).

Трижды (в начале июля, середине и конце августа) в воде озер определялась скорость бактериального потребления формата и ацетата по методу Райта и Хобби [3]. Скорость потребления ацетата изменялась в пределах от 0.03 до 0.3 мкг С/(л·час), для формата ее величины были на 2–3 порядка ниже. Для всех озер (рис. 2) отмечен максимум скорости бактериального потребления формата и ацетата при минимальном содержании муравьиной и уксусной кислот (о количестве муравьиной кислоты судили по низкой интенсивности окраски пятен на хроматограммах). Характер изменения скорости потребления от начала июля к концу августа был одинаков для ацетата и формата.

Л и т е р а т у р а

1. Монова С.В. Летучие жирные кислоты в донных отложениях Рыбинского водохранилища. – Гидробиол. журн., 1975, т. 11, № 3, с. 55–59.

2. Р о м а н е н к о В.И. Количество летучих жирных кислот в илах Рыбинского водохранилища, определенное методом хроматографии. - Бюл. Ин-та биол. водохр., 1962, № 13, с. 39-43.
3. W r i g h t R.T., Н o b b i e I.E. The uptake of organic solutes in lake water. - Limnol. Oceanogr., 1965, vol. 10, N 1, p. 22-28.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Второе рабочее совещание по карпологии (В.А. Экзерцев, Н.Б. Серафимович)	3
--	---

СООБЩЕНИЯ

Романенко В.И. Образование CaCO_3 на поверхности и внутри бактериальных клеток в экспериментальных условиях	5
Добрынин Э.Г. Характеристика продуцирования и распада органического вещества в соленых водоемах Крыма	7
Гаврилова В.А. Изучение формирования бактериальной пленки в воде открытой части Рыбинского водохранилища с помощью стекол обрастания	11
Лепилова Е.А. Обрастание предметных стекол бактериями в поверхностной пленке воды побережья Рыбинского водохранилища	14
Елизарова В.А. К вопросу о содержании хлорофилла в пресноводном фитопланктоне	17
Доценко О.Н., Распопов И.М. Заращение оз. Ильмень	21
Коргина Е.М. К биологии <i>Gyratrix hermaphroditus</i> (Turbellaria)	25
Зеленцов Н.И., Шилова А.И. К фауне хирономид Астраханской области	27
Подсемейство Tanypodinae	27
Подсемейство Orthoclaadiinae	28
Подсемейство Chironominae	29
Триба Chironomini	29
Триба Tanytarsini	30
Вайнштейн Б.А. К фауне пресноводных клещей Краснодарского края	31
Ляхнович В.П., Каратаев А.Ю., Анципович Н.Н. Влияние подогрева воды на степень заражения <i>Dreissena polymorpha</i> Pallas личинками трематоды <i>Phyllodistomum folium</i> Olfers в оз. Лукомльское	35
Житенев Т.С. Питание леща на разных биотопах Рыбинского водохранилища. У	38
Халько В.В. К оценке пищевых потребностей молоди окуня и уклей в Рыбинском водохранилище. I. Стандартный обмен у молоди окуня	41
Ружинская Н.Н., Гдовский П.А. Действие полихлорпинена (ПХП) на обонятельную луковицу рыб	46
Матей В.Е. Ультраструктурные изменения в хлоридных клетках жаберного эпителия карася при обессоливании	50
Запруднова Р.А. Влияние адреналина на концентрацию калия в плазме крови леща <i>in vitro</i>	55
Разгулин С.М., Гапеева М.В. Биогенный и солевой сток р. Волги в Рыбинское водохранилище	58
Былинкина А.А., Трифонова Н.А. Об источниках поступления фосфора в Шекснинское водохранилище	62
Монова С.В. Летучие жирные кислоты в малых лесных озерах Ярославской области	65

INFORMATIONS

The second working meeting on carpology (V.A. Ek-zertsev, N.B. Serafimovich).....	3
---	---

ARTICLES

R o m a n e n k o V.I. Formation of CaCO_3 on the surface of bacterial cells and inside of them in experiments	5
D o b r y n i n E.G. Characteristics of producing and decomposition of organic matter in salt reservoirs of the Crimea	7
C a v r i l o v a V.A. Investigation of bacterial film formation in the open water of Rybinsk reservoir using glass slides	11
L e p i l o v a E.L. Growth of bacteria on glass slides exposed in the water surface film in the inshore zone of the Rybinsk reservoir	14
E l i s a r o v a V.A. On content of chlorophyll in fresh-water phytoplankton	17
D o t s e n k o O.N., R a s p o p o v I.M. Overgrowing of the Ilmen lake	21
K o r g i n a E.M. On biology of Giratrix hermaphrodites (Turbellaria)	25
S e l e n t s o v N.I., S h i l o v a A.I. On Chironomids fauna of the Astrakhan region	27
<u>V a i n s t e i n B.A.</u> To fauna of fresh-water mites of the Krasnodar region	31
L i a k c h n o v i t c h V.P., K a r a t a e v A.Ju., A n t s i p o v i t c h N.N. Influence of warm water on intensity of overgrowing with Dreissena polymorpha Pallas and trematode larvae Phyllodistomum folium Olfers in Lake Lukomlskoe	35
Z h i t e n e v a T.S. Feeding of bream on various biotopes of the Rybinsk reservoir	38
K h a l k o V.V. On estimation of food requirements of immature perch and bleak in the Rybinsk reservoir. I. Standard metabolism of immature perch	41
R u z h i n s k a y a N.N., G d o v s k y P.A. Effect of on the olfactory bulb of fishes	46
M a t e i V.E. Ultrastructural changes in chloride cells of gill epithelium of bream by salting-out	50
S a p r u d n o v a R.A. Influence of adrenaline on potassium concentration in blood plasma of bream in vitro	55
R a s g u l i n S.M., G a p e e v a M.V. Nutrient and salt runoff of the river Volga into the Rybinsk reservoir	58
B y l i n k i n a A.A., T r i f o n o v a N.A. On sources of phosphorus influx into the Sneksninsk reservoir	62
M o n a k o v a S.V. Volatile fatty acids in small forest lakes of the Jaroslavl region	65