

ISSN 0320-9652
АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

44

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 44



ЛЕНИНГРАД

«НАУКА»

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

1979

Бюллетень включает методические статьи и ряд оригинальных работ по вопросам водной микробиологии, зоологии беспозвоночных и ихтиологии. Приводятся микробиологические, альгологические характеристики некоторых водохранилищ, состояние зоопланктона и зообентоса. В ряде статей освещены вопросы морфологии хирономид, клещей, некоторых паразитов рыб и самих рыб. Рассчитан на широкий круг гидробиологов, зоологов беспозвоночных и ихтиологов.

О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р
доктор биол. наук А.В. МОНАКОВ

ДВАДЦАТЬ ЛЕТ КУЙБЫШЕВСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР

Решение о создании Куйбышевской биологической станции было принято Президиумом Академии наук СССР весной 1957 г. Практически станция начала существовать с августа 1957 г., получив временное помещение в пос. Комсомольском близ плотины Куйбышевского гидроузла. Директором станции был назначен Н.А. Дзюбан, принявший на себя тяжесть организации научно-исследовательского гидробиологического учреждения на новом месте. Перед коллективом станции была поставлена задача раскрытия закономерностей формирования и динамики экосистем в южных водохранилищах Волжского каскада.

В 1963 г. построено трехэтажное здание на берегу Куйбышевского водохранилища в зоне отдыха г. Ставрополя, ныне г. Тольятти. Площадь лабораторных подсобных помещений в нем составляет 480 м², имеются аквариальная, конференц-зал, фотолaborатории, специальные помещения для библиотеки и музея. Подсобное здание занимают котельная, гараж, мастерские, склад.

При станции разбит парк площадью 4 га, где при содействии дендрологического отдела Главного ботанического сада АН СССР посажено около 60 видов кустарников и деревьев.

Основной объект исследования за время существования станции — Куйбышевское водохранилище. Наряду с этим работы проводились на Волгоградском, а в последние годы на Саратовском водохранилище.

В основу работ на Куйбышевском водохранилище положены ежемесячные комплексные „стандартные” рейсы, во время которых синхронно проводились гидрологические, гидрохимические и гидробиологические исследования.

До 1974 г. на станции существовала ихтиологическая группа во главе с И.В. Шароновым, выполнившая ряд существенных исследований по закономерностям формирования ихтиофауны Куйбышевского водохранилища, динамике численности, роста и структуры локальных стад леща, а также условий воспроизводства рыб и их поведения в нижнем бьефе Куйбышевского гидроузла. В резуль-

тате детального исследования правобережных притоков Куйбышевского водохранилища в некоторых из них Ф.К. Гавленой была обнаружена популяция ручьевой форели.

В начале 60-х годов станция провела обследование мелководий и заливов Куйбышевского водохранилища. Был поставлен вопрос о создании в Сусканском заливе крупного товарно-выростного рыбного хозяйства прудового типа с годовой производительностью 90 тыс. ц товарной рыбы. Ныне Сусканский рыбхоз построен и сдан в эксплуатацию.

В связи с тяжелыми помехами, которые испытывают гидроэлектростанции волжского и других бассейнов от обрастаний наружных и внутренних поверхностей двустворчатым моллюском дрейссеной, были проведены исследования по биологии размножения и развития этого вида, его распределению и численности в водоемах различных географических зон, по воздействию на него различных умерщвляющих агентов. На основе этих работ предложен метод борьбы с обрастаниями дрейссеной на гидросооружениях, который был внедрен не только на гидравлических, но и на тепловых электростанциях, а также на некоторых промышленных предприятиях, пользующихся для технических нужд водой из водохранилищ.

В 1965 г. станция провела совещание по дрейссене с участием сотрудников ряда научно-исследовательских и проектных учреждений и производственных предприятий, на котором подведены итоги работ и намечены перспективы дальнейших исследований.

В 1968 г. на станции была организована первая конференция по изучению водоемов бассейна Волги „Волга-1“, на которой впервые обсуждены важнейшие проблемы санитарного состояния, биологической продуктивности и рыбного хозяйства в бассейне Волги, состояние незарегулированной части Волги, ее дельты и Северного Каспия, намечены главнейшие задачи и направления исследовательских работ в Волжском бассейне.

Библиотека станции с момента ее основания комплектуется библиотекой по естественным наукам Академии наук. Кроме того, в нее вошли книжные собрания некоторых ученых, в частности библиотеки проф. В.И. Жадина, передавшего станции около 2 тыс. книг. Общий фонд библиотеки к настоящему времени состоит более чем из 33 тыс. книжных единиц. Она полностью удовлетворяет потребности не только сотрудников станции, но и других близких по профилю учреждений г. Тольятти.

Сотрудниками станции в журналах, сборниках, материалах совещаний и конференций опубликовано свыше 250 работ.

1 декабря 1977 г. на Куйбышевской биологической станции в г. Тольятти состоялось выездное заседание Ученого совета Института биологии внутренних вод АН СССР, на котором были подведены итоги работы станции и перед ее коллективом поставлены новые задачи. Итоговые доклады ведущих сотрудников станции в кратком виде печатаются в настоящем выпуске.

С.М. Ляхов

УДК 556.551.5.

А.В. И в а т и н

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С 1965 г. численность бактериопланктона по акватории водохранилища учитывали более чем в 60 экспедиционных рейсах, включающих 11–18 станций. В разные периоды года на различных участках количество бактерий в воде Куйбышевского водохранилища колеблется в пределах 0,4–6,6 млн./мл, но в большинстве случаев (80%) предел колебания составляет 1–3 млн./мл. Крайние значения различаются друг от друга примерно в 16 раз.

Наименьшее количество бактерий отмечается в подледный период, когда в водном питании водохранилища возрастает доля ключевых и грунтовых вод с малым содержанием органических веществ. Микроорганизмы в это время почти не размножаются из-за низкой температуры воды. В начале весны по мере поступления талых вод количество бактерий увеличивается примерно в 2 раза, а затем еще больше [3].

В разных участках водохранилища в результате одновременно наступления и окончания весеннего половодья численность микрофлоры может различаться в 1,5–2 раза. Максимум бактериальной численности во время весеннего половодья обусловлен абиотическими факторами – смывом с суши талыми водами микрофлоры вместе с терригенными частицами. Прозрачность воды в это время наиболее низка, а мутность достигает наибольших размеров за весь вегетационный период. В течение лета значительных количественных изменений в бактериопланктоне не происходит, но в отдельные годы наблюдается некоторое увеличение в июле, чаще в августе, а иногда в начале сентября при массовом отмирании водорослей, органическое вещество которых, как известно, способствует росту и развитию микробов. И, наконец, возможен осенний пик, обусловленный органическим веществом отмирающих гидробионтов, а большей частью взмучиванием бактериальных клеток из донных отложений во время сильных осенних штормов. Однако весенний пик всегда наибольший. В сезонной динамике он хорошо выражен и достигает $3,23 \pm 0,14$ млн./мл. Летом и осенью количество бактерий колеблется в пределах от $1,61 \pm 0,10$ млн. до $1,94 \pm 0,12$ млн./мл (среднепогодные данные по всей толще воды).

Общая численность бактерий в среднем для поверхностного горизонта воды Куйбышевского водохранилища в течение вегетационного периода, млн./мл

Год	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Средняя
1957	2.92	-	2.00	1.96	-	1.76	2.49	2.20
1961	-	-	1.18	1.01	1.31	1.56	1.45	1.30
1965	3.65	1.55	1.22	1.73	1.46	1.43	-	1.91
1966	2.40	2.00	2.20	1.70	1.30	1.10	1.50	1.60
1967	2.79	1.90	1.55	1.77	1.85	1.43	1.12	1.80
1968	2.65	2.31	2.78	2.28	-	2.01	-	2.41
1969	3.92	2.63	2.66	2.36	2.20	2.42	2.25	2.63
1970	3.50	2.25	1.10	1.18	1.24	1.19	1.85	1.60
1971	3.65	2.19	2.25	2.11	1.75	1.33	-	2.19
1972	2.87	1.74	1.64	1.68	1.43	2.08	-	1.92
1973	1.38	1.00	0.64	0.81	0.53	0.80	-	0.86
1975	2.04	1.85	1.45	2.22	1.76	1.75	-	1.85
1976	2.16	1.84	1.78	1.43	1.72	1.48	-	1.73

Примечание. За 1957 г. - данные М.А. Салманова [7], за 1961 г. - И.Л. Пыриной [6].

В некоторых водохранилищах с увеличением срока их существования намечается тенденция нарастания численности бактериопланктона [4]. В Куйбышевском водохранилище этого не происходит (см. таблицу), а изменение численности бактерий от года к году обусловлено особенностями гидрометеорологического режима водоема. Минимальная численность суммарного бактериопланктона в 1973 г., например, была обусловлена низким уровнем и слабым прогреванием воды в холодное лето.

От зоны выклинивания подпора по направлению к плотине по бывшему руслу Волги количество микробной флоры снижается, что бывает особенно заметно в маловодные годы, когда убыль микрофлоры происходит одновременно с уменьшением количества взвешенных веществ. Численный спад бактерий по продольному профилю водохранилища объясняется тем, что по мере продвижения воды к плотине заметно падает скорость течения, поэтому взвешенные в ней час-

тицы вместе с бактериями опускаются на дно. Верхняя волжская часть водохранилища к тому же характеризуется более высокой биомассой [5] и продукцией фитопланктона, что также оказывает положительное влияние на более высокую численность бактерий.

В целом уровень численности бактериальной флоры водохранилища определяется наличием растворенного органического вещества, поступлением микробных клеток вместе с терригенными частицами с водосборной площади, взмучиванием донных отложений, интенсивностью размножения клеток и потребления бактерий зоопланктоном.

В среднем за вегетационный период удвоение числа микроорганизмов в воде Куйбышевского водохранилища осуществляется за 41-62 ч. Суточная константа скорости прироста бактериальной популяции летом относительно высока и в среднем по водохранилищу в 1973 г., например, составляла 0.40-0.55, а весной и осенью не превышала 0.33, P/B -коэффициент для микрофлоры Куйбышевского водохранилища в целом за вегетационный период равен 65-83 и мало отличается от такового в других водохранилищах Волги. Продуцируемая бактериальная биомасса примерно с такой же скоростью потребляется зоопланктоном. Максимальная интенсивность элиминации бактериальных клеток отмечается летом при высокой плотности фильтрующей группы планктонных животных.

В илах на 3-й год от начала заполнения водохранилища насчитывалось 17-27 млрд./г микробных клеток [7]. Водохранилище только что было наполнено до проектной отметки, под водой оказались обширные пространства суши, в том числе плодородные пашни и луговые угодья с высоким содержанием органического вещества. При повторном обследовании в 1966 г. [2] было установлено, что численность микробного населения в илах уменьшалась до 0.3-6.0 млрд./г, или 3.5 млрд./г влажного ила в среднем по водохранилищу за вегетационный период. Многолетние данные показали, что от года к году содержание микрофлоры в донных отложениях различается примерно в 3-5 раз, но ее максимальные величины никогда не достигают первоначального уровня (17-27 млрд./г).

С 1966 по 1971 г. численность бактерий в донных отложениях Куйбышевского водохранилища в среднем за период вегетации составляла 3.5-6.5 млрд./г. От весны к лету их количество увеличивается, а осенью снова снижается.

Сезонное изменение численности микрофлоры в донных отложениях определяется температурным режимом и содержанием в них органического вещества. После весеннего половодья идут процессы прогревания водохранилища и седиментации органо-минеральных взвесей из водной толщи, что ведет к накоплению органического вещества в донных отложениях.

В песчаных и слабозаиленных песчаных отложениях общее органическое вещество составляет не более 0.6%, в песчано-серых и коричневых илах с растительными остатками на долю органического вещества приходится 3.3-5.2%, в темно-бурых - 11.5% от сухой навески грунта [1]. Песчаные отложения приурочены главным



Рис. 1. Смена бактериальных форм при развитии на стерильной воде.

а - исходный бактериоценоз (х 6600); характерные формы: б - на 2-й день (х 15 000), в - на 3-й и 5-й (х 15 000), г - на 10-й день (х 6600); д - удлиненная форма - 10-й день (х 20 000), е - уплощенные формы - 10-й день.



Рис. 2. Бактериальные формы на 17-й день развития на натуральной воде.

а - вытянутые пилы (x 20 000), б - нить с шарообразным вздутием (x 6600).



Рис. 2 (продолжение).

в-е — отдельные клетки с длинными отростками (x 8800).

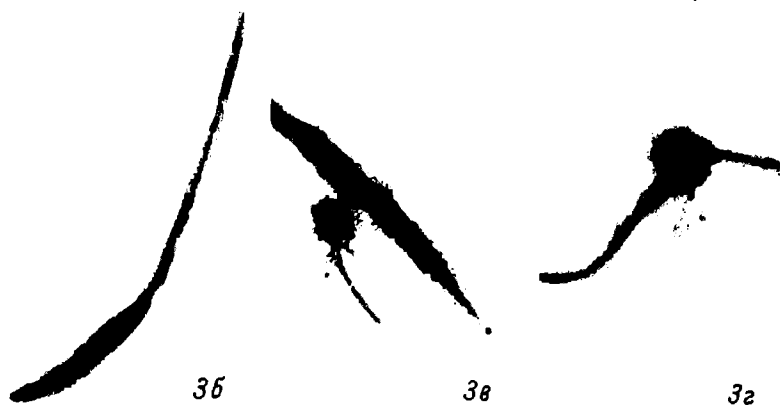


Рис. 3. Бактериальные клетки на 37-й день развития.

а-в — неизвестные формы, г — гифомикробium (x 8800).

На 37-й день в воде часто встречались формы (рис. 3, а, б), напоминающие малоизученный род гифомикробium, а также анкало-микробium и неизвестные бактерии с отростками (рис. 3, в, г).

Таким образом, при развитии на бедной питательной среде, близкой по составу к натуральной воде, в течение времени происходит смена форм бактерий. При этом часто растут виды, которые не вырастают при непосредственном высеве на МПА, а также с неизвестной таксономической принадлежностью. Изучение их – одна из важнейших задач современной микробиологии.

Л и т е р а т у р а

1. Л а п т е в а Н.А. Видовой состав гетеротрофных бактерий в воде Рыбинского водохранилища. – Микробиология, 1977, т. 46, вып. 3, с. 570–577.
2. 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. 193 с.
3. Р о м а н е н к о В.И., Н и к и ф о р о в а Е.П. Развитие бактерий на растворенных органических веществах пресных водоемов. – Микробиология, 1974, т. 43, вып. 1, с. 133–137.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.115:579

А.К. С т о л б у н о в

ЕВТРОФИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ И МИКРОБИАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ИВАНЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Своеобразие Иваньковского водохранилища позволяет рассмотреть влияние на качество вод 3 евтрофирующих факторов: промышленных и бытовых сточных вод, теплообменных вод ТЭС и внутриводоемных процессов (зарастание мелководий высшей водной растительностью).

Ниже приводится характеристика качества воды Иваньковского водохранилища в указанных аспектах по содержанию в ней лабильного растворенного и взвешенного органического вещества (ОВ), первичной продукции и деструкции ОВ, численности гетеротрофных бактерий и общей численности бактерий.

Весной, летом и осенью 1975–1976 гг. по подробной сетке станций производился отбор проб воды фотического слоя (для микробиологических анализов – стерильно), которые тотчас же обрабатывались на борту судна по общепринятым методикам [3]. Скланки

Т а б л и ц а 1

Характеристика различных участков Ивановского водохранилища по среднесезонным данным 1975 г.

Участки водохранилища	БПК полное, мг O_2 /л		Продукция ОВ, мг O_2 /л в сутки		Деструкция ОВ, мг O_2 /л в сутки		Сапрофитные бактерии, кл./мл	
	\bar{X}	$\Delta \bar{X}$	\bar{X}	$\Delta \bar{X}$	\bar{X}	$\Delta \bar{X}$	\bar{X}	$\Delta \bar{X}$
Волжский плес	2,4 ± 0,21		0,79 ± 0,23		0,41 ± 0,09		191 ± 32	
Шошинский плес	5,0 ± 0,79		2,71 ± 0,88		0,92 ± 0,12		645 ± 185	
Мошковичский залив	3,9 ± 0,32		1,31 ± 0,57		0,94 ± 0,12		506 ± 108	
Иваньковский плес	2,8 ± 0,22		0,82 ± 0,20		0,78 ± 0,13		120 ± 14	
Мелководья	3,5 ± 0,67		0,32 ± 0,34		0,86 ± 0,25		240 ± 40	

для определения первичной продукции и деструкции органического вещества экспонировались сутки в баке с проточной заборной водой.

Отдельно рассматривались Волжский, Шошинский и Иваньковский плесы, а также зона влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС (Мошковичский залив) и мелководные заливы (Перетрусовский, Коровинский и др.). Волжский плес испытывает влияние сточных вод г. Калинина, мелководный Шошинский характеризуется чрезмерным развитием высшей водной растительности [1, 4]. Иваньковский плес (исключая Мошковичский залив, в который сбрасываются бытовые сточные воды г. Конаково и теплообменные воды Конаковской ГРЭС) не имеет локальных источников загрязнения, его мелководные заливы обильно заросли макрофитами.

Несомненна разнокачественность вод различных участков водохранилища (табл. 1-3). Шошинский плес, например, по общей численности бактерий, первичной продукции органического вещества и другим показателям можно отнести к евтрофным водоемам. В группу евтрофируемых участков водохранилища следует отнести Мошковичский залив и мелководные заливы Иваньковского плеса.

Русловые Волжский и Иваньковский плесы отличаются от других участков лучшим качеством воды. По величинам суточного (0,41-0,78 мг O_2 /л) и полного БПК (2,4-2,8) эти плесы близки, например, к участку Волги от Чебоксар до Черного Яра (0,12-1,31 и 0,6-5,0 мг O_2 /л), который характеризуется А.П. Остапеней и Н.В. Дубко [2]

Т а б л и ц а 2

Характеристика различных участков Ивановского водохранилища по среднесезонным данным 1976 г.

Участки водохранилища	БПК, мг O ₂ /л		Деструкция ОВ, мг O ₂ /л в сутки		Сапрофитные бактерии, кл./мл		Общая численность бак- терий, млн.кл./мл	
	\bar{x}	$\Delta \bar{x}$	\bar{x}	$\Delta \bar{x}$	\bar{x}	$\Delta \bar{x}$	\bar{x}	$\Delta \bar{x}$
Волжский плес	2,3	± 0,20	0,75	± 0,14	212	± 44	1,82	± 0,16
Шошинский плес	4,7	± 0,87	1,46	± 0,38	388	± 68	3,12	± 0,28
Мошковичский залив	3,6	± 0,35	1,08	± 0,19	483	± 100	2,32	± 0,11
Иваньковский плес	2,3	± 0,12	0,77	± 0,12	214	± 25	1,86	± 0,10
Мелководья	3,10	± 0,52	1,06	± 0,28	296	± 82	2,03	± 0,30

Т а б л и ц а 3

Достоверность различий (по критерию Стьюдента) между Волжским (В), Шошинским (Ш) и Иваньковским (Ив) плесами, Мошковичским заливом (Мз) и мелководными участками Ивановского водохранилища по отдельным показателям 1975 и 1976 гг.

Сравниваемые участки	БПК		Продукция	Деструкция		Сапрофитные бактерии		Бактериопланктон
	1975	1976	1975	1975	1976	1975	1976	1978
В-Ш	+	+	+	+	+	+	+	+
В-Мз	+	+	-	+	-	+	+	+
В-Ив	-	-	-	-	-	+	-	-
В-М	-	-	-	-	-	-	-	-
Ш-Мз	-	-	-	-	-	-	-	+
Ш-Ив	+	+	+	-	+	+	+	+
Ш-М	-	-	+	-	-	-	-	-
Мз-Ив	+	+	-	-	-	+	+	+
Мз-М	-	-	-	-	-	-	-	-
Ив-М	-	+	-	-	-	+	-	-

П р и м е ч а н и е. (+) - различие достоверно, (-) - различие не достоверно.

как сравнительно слабозагрязненный легко окисляемым органическим веществом. По результатам 1976 г. численность бактериопланктона в Волжском и Ивановском плесах не отличалась от средней для Волги – около 2.0 млн. кл. /мл. [3]. Между собой Волжский и Ивановский плесы по изученным показателям не различаются. Это говорит как о сравнительно быстро завершающихся процессах самоочищения Волжского плеса от стоков г. Калинин, так и о некотором суммировании влияния евтрофирующих факторов антропогенной природы на уровень продукционных и деструкционных процессов в приплотинном Ивановском плесе.

Таким образом, на отдельных участках (Шошинский плес, Мошковичский залив и мелководья) Ивановского водохранилища обнаруживается отчетливое влияние на бактериальные процессы евтрофирующих факторов автохтонного и антропогенного характера. Их действие в настоящее время локально. По уровню продукционных процессов Ивановское водохранилище можно отнести к мезотрофным водоемам с признаками евтрофирования, а по качеству воды – к β -мезосапробным.

Л и т е р а т у р а

1. Гор я н и н с к а я Л.К. Влияние высшей водной растительности на режим мелководий Ивановского водохранилища. – Матер. Всесоюз. конф. по проблемам комплексного использ. и охраны водных ресурсов бас. Волги, Пермь, 1975, вып. 1, с. 71–72.
2. О с т а п е н я А.П., Д у б к о Н.В. Биохимическое потребление кислорода в Волге. – Водн. ресурсы, 1975, № 1, с. 94–101.
3. Р о м а н е н к о В.И. Численность и продукция бактерий в водохранилищах Волги. – В кн.: Биологические продукционные процессы в бассейне Волги. Л., 1976, с. 60–67.
4. Э к з е р ц е в В.А. Растительность Ивановского водохранилища. – В кн.: Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л., 1971, с. 75–95.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

АЛЬГОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Материалом для статьи послужили результаты исследований фитопланктона в первые годы существования водоема сотрудниками Куйбышевской биологической станции: В.Г. Стойкиной [3-6], В.В. Журкиной (за 1968-1970 гг.), Е.А. Андросовой (за 1971 и 1975-1977 гг.). Сбор проб проводился в ежемесячных (с мая по октябрь) стандартных рейсах на постоянных русловых и пойменных станциях всех плесов Куйбышевского водохранилища [1]. При анализе флористического состава использованы данные обработки количественных и качественных проб фитопланктона, а также результаты просмотров живого материала во время экспедиций и постоянных препаратов диатомовых водорослей.

В первые годы существования водохранилища отмечалось обеднение видового состава фитопланктона вновь созданного водоема по сравнению с коренной Волгой [2]. Так, с 1956 по 1960 г. в планктоне было встречено 278 видов, разновидностей и форм водорослей. С 1968 по 1970 г. список пополнился в основном за счет группы диатомовых. Он включал в себя 333 таксономические единицы.

К 1977 г. в планктоне Куйбышевского водохранилища зарегистрировано 665 видовых и внутривидовых таксонов, в том числе: Cyanophyta - 67, Chrysophyta - 24, Bacillariophyta - 195, Xanthophyta - 14, Pyrrophyta - 15, Euglenophyta - 48, Chlorophyta - 302. По видовому разнообразию в планктоне доминируют зеленые водоросли, которые составляют 45% общего числа видов. Массовыми видами, кроме указанных ранее для водоема представителей родов *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Dictyosphaerium*, *Coelastrum*, *Pediastrum*, *Crucigenia*, *Actinastrum*, *Pandorina*, *Eudorina*, были также *Chlamydomonas ehrenbergii* Grösch., *Ch. monadina* Stein + var. *cingulata* (Pasch.) Korsch., *Carteria multifilis* (Fres.) Dill., *Siderocelis ornata* Fott, *Lagerheimia genevensis* Chod.

В последние годы эта группа значительно пополнилась как за счет обычных для большинства водохранилищ видов, так и за счет редких: *Pteromonas aculeata* var. *irregularis* Korsch., *Lobomonas rostrata* Hazen, L. *ampla* var. *mammillata* (Swir.) Korsch., *Treubaria varia* Tiff. et Ahlstr., *T. euryacantha* (Schmidle) Korsch., *Cosmarium regnellii* f. *pseudoregnellii* (Messik.) Krieg., *Staurostrum retusum* Turn. f. *hinas*.

На втором месте по разнообразию видов стоят диатомовые водоросли (25–30%), которые по биомассе занимают ведущее место в планктоне всего водоема. Как и в прошлые годы, в планктоне доминировали *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs, *M. granulata* var. *angustissima* (O.Müll.) Hust., *M. italica* (Ehr.) Kütz., *M. italica* var. *tenuissima* (Grun.) O. Müll., *M. islandica* O. Müll., *Asterionella formosa* Hass., *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag., *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., а также *Stephanodiscus astreae* var. *minutulus* (Kütz.) Grun., *S. hantzschii* Grun. var. *pusillus*, *S. binderanus* (Kütz.) Krieg., *Navicula cryptocephala* Kütz., *Nitzschia fonticola* Grun.

Наряду с типичными планктоническими организмами нередко встречались донные и эпифитные диатомовые: виды родов *Gomphonema*, *Surirella*, *Cocconeis*, *Cymatopleura*, *Achnanthes*. Встречены были и редкие виды: *Navicula tuscula* (Ehr.) Grun. f. *rostrata*, *Eunotia sudetica* O. Müll. var. *bidens* и *Achnanthes pinnata* var. *japonica* Hust.

Синезеленые водоросли по богатству видов занимают 3-е место (10,1%), но по биомассе, как и диатомовые, преобладают. Доминантными, как и в прошлые годы, были *Mycrocystis aeruginosa* Kütz., emend Elenk., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Bréb. f. *flos-aquae*, *A. flos-aquae* f. *aptekariana* Elenk., *A. scheremetievi* Elenk., *Composphaeria lacustris* Chod. f. *compacta*. Им сопутствовали *Marssoniella elegans* Lemn., *Dactylococcopsis elenkinii* Roll, *Lyngbya limnetica* Lemm. и другие. Зато виды *Aphanothece clathrata* W. et G.S. West, *Coelosphaerium dubium* Grun. и *Coelosphaerium kuetsingianum* Näg., ранее развивавшиеся в водоеме в заметных количествах, в последние годы почти не встречались или были единичны. Значительная биомасса синезеленых водорослей отмечалась в июне–июле (до 7,9–15,8 г/м³), максимальная – в августе или сентябре (22–24 г/м³), когда температура воды была выше 20°.

Заметно пополнилась видами группа эвгленовых водорослей, которая заняла в планктоне 4-е место (48 таксонов, или 10%). Наибольшим видовым разнообразием характеризовался верхний Волжский плес (21 таксон). Пополнение шло также за счет видов, приносимых Камой и встреченных либо только на Волго-Камском плесе – *Trachelomonas volvocina* var. *papillato-punctata* Skv., *T. volvocinopsis* Swir., *Strombomonas tambovica* (Swir.) Defl., *Euglena oxyuris* Schmarida, *Phacus longicauda* (Ehr.) Duj., либо на Волго-Камском и на ниже лежащих Тетюшском и Ундорском плесах – *Trachelomonas granulata* Swir., *T. hispida* (Perty) Stein emend. Defl., *T. volvocina* var. *subglobosa* Lemm., *Monomorpha pyrum* (Ehr.) Mereschk. Список эвгленовых расширился в результате просмотра живого материала и за счет редких ви-

дов: *Anisonema pusillum* Stokes, *Petalomonas involuta* Skuja, *Peranema granuliferum* Penard, а также *Euglena gracilis* Klebs, *E. pisciformis* Klebs.

Из других групп (золотистые, желтозеленые, пиррофитовые) преобладали *Dinobryon divergens* Imhof, *Cryptomonas ovata* Ehr., *Peridinium cinctum* (O.F.M.) Ehr., *Lagynion infundibuliforma* Starmach, *Goniochloris mutica* (A.Br.) Fott, *G. fallax* Fott, *Centritractus belonophorus* Lemm. Биомасса первых 3 видов была существенной, остальных из-за малого размера клеток – мало ощутимой.

Таким образом, видовой состав фитопланктона Куйбышевского водохранилища довольно богат. Обилие видов определяется еще и тем, что в список вошли представители всех систематических групп. Основное значение в нем имели истинно планктические организмы (257 таксонов, или 39%). Литоральных видов встречено 61, бентических – 47, эпибионтов – 7.

По отношению к солености воды в планктоне преобладают индифференты (273 таксона, или 83.4%). Роль олигогалобов (36 таксонов), галофилов (45), галофобов (18) и мезогалобов (2 таксона) незначительна.

Основу альгофлоры Куйбышевского водохранилища составляют широко распространенные в водоемах всех широт космополиты и убикисты (208 таксонов). Обнаружены также бореальные виды (26 таксонов), 3 арктических, 1 северо-альпийский и 1 субтропический. По отношению к загрязнению воды 200 видов можно использовать в качестве показателей сапробности.

Распределение альгофлоры по акватории Куйбышевского водохранилища было весьма неравномерным. Наибольшим богатством видового состава отличался верхний речной участок – Волжский плес. Здесь только в количественных пробах за сезон 1971 г. было встречено 186, а в 1975 г. 327 видовых и внутривидовых таксонов водорослей. Их количество в одной интегрированной по горизонтам пробе в сентябре 1975 г. достигало 93–130 таксонов, а в поверхностной – 120–156. В планктоне этого участка преобладали зеленые и диатомовые. Последние дали здесь в 1975 г. максимальную для всего водоема биомассу – 28.1–75.4 г/м³.

Сравнительно богат видами Волго-Камский плес, где в 1971 г. обнаружен 171 таксон водорослей, в 1975 г. – 192. По мере продвижения вниз по акватории водохранилища наблюдается сильное обеднение видового состава с минимальным числом видов в планктоне в районе г. Ульяновска (в 1971 г. 62 таксона, в 1975 г. – 133).

В Черемшанском заливе обнаружено 245 видовых и внутривидовых таксонов, из них 192 общих с водохранилищем.

Обеднение альгофлоры по мере продвижения вниз по акватории водохранилища, наблюдавшееся и ранее [4], определяется, по нашему мнению, резко меняющимся на отдельных участках гидрологическим режимом, что вызывает выпадение из планктона либо реофильных, либо озерных форм.

1. Д з ю б а н Н.А. О районировании Куйбышевского водохранилища. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1960, № 8-9, с. 53-56.
2. К и с е л е в И.А. К вопросу о качественном и количественном составе фитопланктона водохранилища на Волге. - Тр. ЗИН АН СССР, 1948, т. 8, вып. 3, с. 567-584.
3. С т р о й к и н а В.Г. Основные черты формирования фитопланктона Куйбышевского водохранилища. - Тр. зонального совещ. по типологии и биол. обоснованию рыбохоз. использования внутр. (пресноводных) водоемов южной зоны СССР, Кишинев, 1962, с. 126-129.
4. С т р о й к и н а В.Г. Сезонная динамика фитопланктона в Куйбышевском водохранилище. - Тез. докл. 1-й науч.-техн. совещ. по изучению Куйбышевского водохранилища, Ставрополь-на-Волге, 1962, с. 174-175.
5. С т р о й к и н а В.Г. Основные черты формирования фитопланктона Куйбышевского водохранилища. - Тр. зонального совещ. по типологии и биол. обоснованию рыбохоз. использования внутр. (пресноводных) водоемов южной зоны СССР, Кишинев, 1963, с. 62-63.
6. С т р о й к и н а В.Г. Сезонная динамика фитопланктона в Куйбышевском водохранилище. - Матер. 1-го науч.-техн. совещ. по изуч. Куйбышевского водохр., Куйбышев, 1963, с. 111-117.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.52.001.57

М.М. Камшилов, Н.Л. Ягодка

ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЕСТРУКЦИИ ФЕНОЛА ОТ СТЕПЕНИ СЛОЖНОСТИ МОДЕЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ

В предыдущих исследованиях [1, 2] была установлена зависимость скорости распада фенола от особенностей модельной экосистемы. В последующих экспериментах с фенолом накопился дополнительный материал. Проведено 9 опытов, включающих 57 экспериментальных сосудов, различающихся характером модельных экосистем. Во все сосуды систематически вносился фенол из расчета 5 мг на каждый литр среды. Опыты продолжались в течение разного времени.

Особенности экосистемы	Число сосудов	Всего внесено фенола, мг/л	Остаток фенола	
			мг/л	% от внесенного количества
Элодея, моллюски, прокаленный песок	8	465	150	32.2
Натуральный песок	2	510	70.2	13.7
Элодея, моллюски без грунта	4	510	61.3	12.0
Элодея, моллюски, натуральный песок	19	510	23.6	4.6
Натуральный песок, ил из пруда	24	495	8.8	1.8

В статье приведены лишь данные о разрушении фенола на исходе 21-й недели каждого опыта после внесения фенола от 465 до 510 мг/л.

Интенсивность деструкции фенола прямо зависит от степени сложности модельной экосистемы (см. таблицу). Наиболее эффективно это вещество разрушалось в сосудах с натуральным илом из пруда. На прокаленном песке даже в присутствии элодеи и моллюсков разрушение фенола шло медленно. Интересно, что при отсутствии грунта в сосудах с элодеей и моллюсками разрушение токсиканта было более эффективным, чем в варианте с прокаленным песком. Это объясняется тем, что без грунта элодея начала отмирать. Сапрофитная микрофлора, использующая отмирающую элодею в качестве субстрата, адаптировалась к разрушению фенола.

Быстрое разрушение фенола в сосудах с натуральным илом объясняется его высокой биогенностью. Кроме бактерий, простейших и олигохет, ил содержал споры протококковых и нитчатых водорослей, которые быстро проросли, увеличив сложность живого компонента модельной экосистемы. Эти данные заставляют придавать особое значение грунтовому комплексу в прудах доочистки промышленных стоков.

Л и т е р а т у р а

1. Камшилов М.М. Буферность живой системы. - Ж. общей биологии, 1973, т. 34, № 2, с. 174-193.
2. Камшилов, М.М., Костяев В.Я., Лептева Н.А. и др. Изучение деструкции фенола в модельных био-

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 581.526.3

В. И. А р т е м е н к о

ДОПОЛНЕНИЕ К ФЛОРЕ ШЕКСНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Шекснинское водохранилище существует 13 лет. Впервые его флора исследовалась в 1969 г. на 5-м году существования водоема [2]. Поскольку к этому периоду водная и прибрежно-водная растительность еще не сформировалась, мы провели повторное флористическое обследование литорали водохранилища в 1976–1977 гг. В результате получены существенные дополнения к списку видов сосудистых растений, отмеченных на мелководьях водохранилища. Все названия даны по „Флоре средней полосы европейской части СССР“ [1]. Гербарные образцы хранятся в гербарии Института биологии внутренних вод АН СССР.

Caltha palustris L., *Ranunculus divaricatus* Schrank, *R. lingua* L., *R. trichophyllus* Chaix, *Thalictrum flavum* L., *Nymphaea candida* Presl, *Nuphar pumila* (Timm.) DC., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Lathyrus paluster* L., *Rumex maritimus* L., *R. aquaticus* L., *R. hydropathum* Huds., *R. longifolius* DC., *Stellaria palustris* Retz., *S. crassifolia* Ehrh., *Rorippa amphibia* (L.) Bess., *Erysimum cheiranthoides* L., *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *Callitriche hermaphrodita* Juslen. emend. Schinz et Thell., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Angelica sylvestris* L., *Peucedanum palustre* (L.) Moench., *Androsace filiformis* Retz., *Lysimachia nummularia* L., *L. vulgaris* L., *Pedicularis palustris* L., *Lycopus europaeus* L., *Galium palustre* L., *G. ruprechtii* Pobed., *Senecio tataricus* Less., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Centaurea phrygia* L., *Lactuca sibirica* (L.) Benth. ex Maxim., *Triglochin palustris* L., *Potamogeton berchtoldii* Fieb., *Sparganium minimum* Wallr., *Typha angustifolia* L., *Juncus bufonius* L., *Eleocharis mamillata* Ldb. fil., *Carex elongata* L., *C. diandra* Schrank, *C. flava* L., *C. hirta* L., *C. rhynchochrysa* C.A. Mey., *Glyceria plicata* Fries, *Festuca pratensis* Huds., *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaerth., *Anthoxanthum odoratum* L.

Несмотря на довольно длительное существование водоема, процесс формирования флоры продолжается. Поэтому наряду с типичными водными растениями в литорали водохранилища встречаются мезофильные виды: *Festuca pratensis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Centaurea phrygia*, *Cirsium arvense*, *Androsace filiformis*.

Л и т е р а т у р а

1. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР. Л., 1964, 880 с.
2. Экзерцев В.А., Белавская А.П. К изучению флоры Шекснинского водохранилища. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1974, № 25, с. 20–23.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 581.526.3

И.В. Д о в б н я

ЗАВИСИМОСТЬ ФИТОМАССЫ СООБЩЕСТВ *SCIRPUS LACUSTRIS* И *EQUISETUM FLUVIATILE* ОТ ИХ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА

Исследованиями советских и зарубежных авторов показано, что биологическая продуктивность естественных наземных фитоценозов тем выше, чем они флористически насыщеннее и сложнее по строению [1, 2]. Многоярусные полидоминантные сообщества полнее используют ресурсы среды и, как правило, продуктивнее простых одноярусных. Чтобы проверить, подчиняются ли этой закономерности фитоценозы водных растений, нами на Угличском водохранилище определены показатели фитомассы в различных ассоциациях *Scirpus lacustris* и *Equisetum fluviatile*.

Сообщества камыша озерного и хвоща приречного широко распространены на этом водохранилище и типичны для водоемов Верхней Волги.

Обследована формация *Scirpus lacustris*, в которой выделены ассоциации: *Scirpus lacustris*, *Scirpus lacustris* + *Equisetum fluviatile*, *Scirpus lacustris*–*Nymphaea candida*, *Scirpus lacustris*–*Potamogeton perfoliatus*, *Scirpus lacustris*–*Nymphaea candida*–*Ceratophyllum demersum*.

Фитоценозы камыша озерного формации *Scirpus lacustris* располагаются в небольшом расширении р. Кашинки, недалеко от устья. Участок обильно заросший, неглубокий, слабопроточный, ветровое волнение и волнобой незначительны; грунт преимущественно илистый. Глубина распространения сообществ *Scirpus lacustris* от 20–120 см. Высота травостоя от 120–220 см, который особенно хорошо развит в моноценозах. Необходимо отметить, что чаще всего в исследуемом районе, и на Угличском водохранилище вообще, встречаются односоставные чистые группировки *Scirpus lacustris*, реже фитоценозы *Scirpus lacustris* + *Equisetum fluviatile* и совсем редко *Scirpus lacustris* - *Nymphaea candida* - *Ceratophyllum demersum*.

Ассоциация *Scirpus lacustris* расположена большим пятном, площадью более 200 м². Вокруг много подобных пятен несколько меньшего размера и длинных полос зарослей камыша. Строение фитоценоза одноярусное, сложение равномерное, проективное покрытие 80%. Побеги камыша хорошо развиты, мощные, высотой до 220 см, травостой густой. Флористический состав ассоциации насчитывает всего 4 вида.

Ассоциация *Scirpus lacustris* + *Equisetum fluviatile* расположена по границе с односоставными зарослями *Scirpus lacustris*. Структура одноярусная - ярус воздушно-водных растений, сложение равномерное, проективное покрытие 70%. По сравнению с предыдущей ассоциацией травостой несколько изрежен, камыш менее развит, высота его ниже 220 см; видовое разнообразие ассоциации составляет 6 видов.

Ассоциация *Scirpus lacustris* - *Nymphaea candida* представлена большими круговыми пятнами, диаметром 8–12 м, в центре которых находится кувшинка. Последняя окаймлена более густыми зарослями камыша, снаружи круга в небольшом количестве присутствуют растения с плавающими листьями. Структура фитоценоза двухъярусная - ярус воздушно-водных растений и ярус растений с плавающими листьями, сложение неравномерное, проективное покрытие равно 100%. Камыш имеет слабый угнетенный вид, высота его 120 см, число видов в ассоциации 7.

Ассоциация *Scirpus lacustris*-*Potamogeton perfoliatus*, состоящая из яруса воздушно-водных и погруженных растений, расположена длинной разреженной полосой. Сложение неравномерное, проективное покрытие 50%. И рдест, и камыш представлены слабо развитыми побегами, хотя последний по сравнению с предыдущей ассоциацией имеет больший вес 1 экз. Флористический состав ассоциации включает 4 вида.

Ассоциация *Scirpus lacustris*-*Nymphaea candida* - *Ceratophyllum demersum* - наиболее сложная по строению из обследованных среди формации *Scirpus lacustris*. Она состоит из 3 ярусов: воздушно-водных растений, растений с плавающими листьями и погруженных. Поверхность и толща воды покрыты и пропизаны макрофитами. Все 3 доминанта занимают примерно

Т а б л и ц а 1

Фитомасса ассоциаций *Scirpus lacustris*
(воздушно-сухой вес)

Ассоциации	Фитомасса, г/м ²		<i>Scirpus lacustris</i> в укосе, %	Среднее коли- чество <i>Scirpus lacustris</i> , экз. на 1 м ²	Средний вес 1 экз. <i>Scirpus lacustris</i> , г
	всего укоса	<i>Scirpus lacustris</i>			
<i>Scirpus lacustris</i>	1503	1503	100	263	5,7
<i>Scirpus lacustris</i> + <i>Equisetum fluviatile</i>	1308	743	56	194	3,8
<i>Scirpus lacustris</i> - <i>Nymphaea candida</i>	345	196	57	72	2,7
<i>Scirpus lacustris</i> - <i>Potamogeton perfoliatus</i>	542	344	64	109	3,1
<i>Scirpus lacustris</i> - <i>Nymphaea candida</i> - <i>Ceratophyllum demersum</i>	451	252	56	104	2,4

равную площадь, проективное покрытие 100%, сложение равномерное. Побеги камыша в данном сообществе обладают наименьшим весом. Видовой состав ассоциации насчитывает 11 видов.

Результаты определения значений фитомассы в описанных ассоциациях формации *Scirpus lacustris* показывают, что наибольшее количество ее создают простые по структуре, однодоминантные заросли *Scirpus lacustris* (табл. 1). В более насыщенной флористически ассоциации *Scirpus lacustris* + *Equisetum fluviatile*, состоящей из 1 яруса, но 2 доминант, биомасса всего укоса в 1,3 раза меньше. В сложных по строению двухъярусных ассоциациях *Scirpus lacustris*-*Nymphaea candida* и *Scirpus lacustris*-*Potamogeton perfoliatus* и трехъярусной *Scirpus lacustris*-*Nymphaea candida*-*Ceratophyllum demersum* фитомасса в 3-4 раза меньше, чем в однодоминантной одноъярусной группировке камыша озерного; т.е. с усложнением структуры и с увеличением числа видов и доминант в сообществе продукция

Т а б л и ц а 2

Фитомасса ассоциаций *Equisetum fluviatile*
(воздушно-сухой вес)

Ассоциации	Фитомасса, г/м ²		<i>Equisetum fluviatile</i> в укосе, %	Среднее количество <i>Equisetum fluviatile</i> , экз. на 1м ²	Средний вес 1 экз. <i>Equisetum fluviatile</i> , г
	всего укоса	<i>Equisetum fluviatile</i>			
<i>Equisetum fluviatile</i>	1047	1047	100	403	2.6
<i>Equisetum fluviatile</i> + <i>Phragmites communis</i>	614	329	53	155	2.1
<i>Equisetum fluviatile</i> - <i>Spirodela polyrrhiza</i> - <i>Stratiotes aloides</i>	565	237	42	296	0.8
<i>Equisetum fluviatile</i> - <i>Nuphar lutea</i> + <i>Spirodela polyrrhiza</i> - <i>Ceratophyllum demersum</i>	568	295	52	226	1.3

фитоценоза в целом уменьшается. Среднее количество экземпляров камыша на 1 м², их вес и высота в моноценозе *Scirpus lacustris* выше, чем в ассоциациях, образованных 2-3 доминантами и несколькими ярусами.

В формации *Equisetum fluviatile* выделены и обследованы ассоциации *Equisetum fluviatile*, *Equisetum fluviatile* + *Phragmites communis*, *Equisetum fluviatile*-*Spirodela polyrrhiza*-*Stratiotes aloides*, *Equisetum fluviatile*-*Nuphar lutea* + *Spirodela polyrrhiza*-*Ceratophyllum demersum*. Фитоценозы укоса приречного находятся в одном из заливов срединной части Угличского водохранилища. Залив сильно заросший, неглубокий, слабопроточный, ветровое волнение и волнобой практически отсутствуют, грунт илистый. Глубинное распространение сообществ *Equisetum fluviatile* 50-70 см, высота травостоя 90-155 см.

Ассоциация *Equisetum fluviatile* представлена массивом равномерного сложения, с проективным покрытием 95%. Заросли от-

личаются большой плотностью, растения крепкие, сильные, достигают высоты 150 см, число видов в ассоциации 3.

Ассоциация *Equisetum fluviatile* + *Phragmites communis* расположена по краю односоставных зарослей *Equisetum fluviatile*. Структура одпорусная; сложение равномерное, проективное покрытие 80%. По количеству растений и по весу хвощ и тростник принимают равное участие в сложении фитоценоза. Флористический состав ассоциации состоит из 6 видов.

Ассоциация *Equisetum fluviatile*-*Spirodela polyrrhiza*-*Stratiotes aloides* занимает площадь более 200 м², вся водная поверхность занята растительностью. Структура фитоценоза трехъярусная, сложение равномерное, проективное покрытие 100%. Густота травостоя камыша высокая, но растения слабые, низкорослые, не превышающие 90 см. Флористический состав ассоциации насчитывает 12 видов.

Ассоциация *Equisetum fluviatile* - *Nuphar lutea* + *Spirodela polyrrhiza* - *Ceratophyllum demersum* наиболее сложная из обследованных, вертикальное строение ее представлено 3 ярусами. Сложение неравномерное, проективное покрытие 80%, травостой камыша реже, чем в предыдущей ассоциации, но растения крупнее. Флористическая насыщенность ассоциации 14 видов.

Данные по фитомассе ассоциаций формации *Equisetum fluviatile* отражают ту же закономерность, которая отмечена выше для сообществ с господством *Scirpus lacustris*. Наибольшее количество растительной массы продуцируют моноценозы хвоща приречного (табл. 2). С усложнением вертикального строения и увеличением числа доминант в фитоценозе уменьшается его продукция.

Таким образом, в наиболее простых по структуре и доминантному составу фитоценозах камыша озерного и хвоща приречного отмечены самые высокие значения фитомассы. Превышение продукции моноценозов *Scirpus lacustris* и *Equisetum fluviatile* по сравнению с полиценозами составляет от 13 до 91%. Высокую производительность простых по строению зарослей водных растений можно объяснить тем, что жесткие условия водной среды обуславливают развитие и процветание одного вида, наиболее приспособленного в данном экотипе, который вытесняет другие виды и достигает здесь наибольшей продуктивности. Но всякий фитоценоз, ежегодно проявляя свой сезонный ритм и реагируя на ежегодные варианты погоды, одновременно находится в состоянии сукцессии. Вследствие внутренних причин, заключенных в природе самих ценозов, происходит изменение численности любого вида. Изреживание и гибель части растений означают освобождение экологической ниши и возможность внедрения новых видов. В результате изменений фитоценоз большей флористической насыщенности и усложненной структуры заключает новые взаимоотношения между видами, конечным проявлением которых является меньшая продуктивность сложных фитоценозов водных растений.

1. Н е ч а е в а Н.Т. Влияние состава жизненных форм на урожайность пустынных пастбищ. - В кн.: Пастбища и сенокосы СССР. М., 1974, с. 111-123.
2. L i e h t H. Basis und Grenze für die Menschheitsentwicklung: Stoffproduktion der Pflanzen. - Umschau in Wissenschaft und Technik, 1974, Bd 14, H. 6, S. 169-174.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.583 (28):591

А.Ф. Т и м о х и н а

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООПЛАНКТОНА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1957-1976 гг.

В период с 1957 по 1974 г. группой сотрудников Куйбышевской биостанции Института биологии внутренних вод АН СССР под руководством Н.А. Дзюбана выполнены исследования зоопланктона Куйбышевского водохранилища. В его формировании выявлено 3 стадии [3]. На первой стадии происходило разрушение существовавших до затопления биоценозов и заселение толщи воды экологически разнородной фауной. Вторая стадия характеризовалась массовым появлением в первое лето ракообразных при высокой биомассе коловраток. В период третьей стадии наблюдалось сокращение видового состава. В результате сложился монотонный лимнофильный комплекс с преобладанием ракообразных и высокой биомассой. Доминирующими по численности формами становятся из коловраток *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Polyarthra mayor*, *P. dolichoptera*, *Brachionus calyciflorus*, *Asplanchna priodonta*; из ветвистоусых - *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *B. longispina*, *Chydorus spaericus*; из веслоногих - *Mesocyclops leuckarti*, *Acanthocyclops vernalis*, *Cyclops vicinus*, *Diaptomus gracilis*.

Формирование зоопланктона закончилось в основном на 2-3-й год. Ежегодные колебания его состава и численности обусловлены водностью года, режимом сработки уровня, проточностью, метеорологическими условиями, спорадическим массовым появлением какого-либо вида.

Как и в некоторых других водохранилищах, в маловодные годы зоопланктон оказывается богаче, чем в многоводные. Отмечены большие различия зоопланктона мелководий и заливов, что связано с разными типами затопленных почв [7]. Над серыми лесными поч-

нами и над черноземом обыкновенным обычно преобладают рачки, над черноземом выщелоченным – коловратки. Наиболее богатый зоопланктон по биомассе (до 3.2 г/м^3) встречается над затопленным черноземом, самый бедный (меньше 1 г/м^3) – над оподзоленными почвами. Наиболее богат зоопланктоном Черемшанский залив, который образовался в долине с мощными черноземами; он постоянно принимает большое количество детрита и другой органики, поступающей с местными стоками [2].

В настоящее время зоопланктон Куйбышевского водохранилища представлен преимущественно лимнофильными комплексами. Видовой состав зоопланктона за время существования водохранилища не претерпел значительных изменений, сохранилась также доминирующая роль большинства ранее указанных видов. Вместе с тем заметно сократилась численность *Ceriodaphnia pulchella*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Mesocyclops (Th.) oithonoides*, *M. (Th.) crassus*, *Diaptomus graciloides*, составлявших значительную часть зоопланктона в 1958 г. В сравнении с первыми годами существования водохранилища общая численность зоопланктона уменьшилась, однако соотношение отдельных групп сохранилось: по численности преобладают коловратки, по биомассе ветвистоусые рачки (см. таблицу). Исключение составлял аномально теплый и маловодный 1975 г., когда по всем количественным показателям преобладали коловратки, а общая численность зоопланктона была близка к уровню 1958 г. Самые высокие показатели численности ($50\text{--}220 \text{ тыс. экз./м}^3$), преимущественно за счет массового развития коловраток, характерны для верхних плесов, Волжского и Тетюшского, а также для Черемшанского залива. В нижних плесах, Ульяновском и Приплотинном, численность зоопланктона значительно снижается, основу его здесь составляет рачковый планктон.

Получены данные о сезонных изменениях планктона, его вертикальном распределении и суточных миграциях [4, 5].

На основании круглогодичных наблюдений за развитием зоопланктона в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища выделены 4 сезонных комплекса и проанализированы их качественные и количественные изменения. Зимний комплекс (с января по март) характеризуется низкой численностью зоопланктона, не превышающей 7 тыс. экз./м^3 . В весеннем комплексе (с середины апреля по июнь) компоненты зимнего планктона достигают максимума, но наряду с ними начинают появляться летние формы. Весенний зоопланктон представлен 2 группировками: ранневесенней, состоящей из холодолюбивых видов, достигающих максимума при температуре $1\text{--}6^\circ$, и поздневесенней с температурным оптимумом $9\text{--}15^\circ$, для которой характерно нарастание численности зоопланктона от 8 до $840 \text{ тыс. экз./м}^3$. Летний комплекс (июнь–август) состоит из теплолюбивых и эвритермных видов и характеризуется значительным колебанием численности (от 42 до $612 \text{ тыс. экз./м}^3$). Осенний комплекс (со второй декады сентября до ледостава) по составу и численности близок к зимнему.

Средняя численность (Ч, тыс. экз./м³) и биомасса (Б, мг/м³) зоопланктона
Куйбышевского водохранилища

Группа	1958 г.		1967 г.		1969 г.		1970 г.		1971 г.		1975 г.	
	$\frac{\text{Ч}}{\text{Б}}$	%	$\frac{\text{Ч}}{\text{Б}}$	%	$\frac{\text{Ч}}{\text{Б}}$	%	$\frac{\text{Ч}}{\text{Б}}$	%	$\frac{\text{Ч}}{\text{Б}}$	%	$\frac{\text{Ч}}{\text{Б}}$	%
Rotatoria	$\frac{51.4}{70.1}$	$\frac{43.9}{12.7}$	$\frac{38.0}{59.1}$	$\frac{48.6}{5.7}$	$\frac{29.3}{94.4}$	$\frac{54.6}{16.5}$	$\frac{32.1}{56.5}$	$\frac{53.3}{9.8}$	$\frac{37.3}{118.9}$	$\frac{55.4}{23.1}$	$\frac{62.6}{358.1}$	$\frac{68.5}{41.1}$
Cladocera	$\frac{16.9}{314.9}$	$\frac{14.5}{57.3}$	$\frac{10.7}{717.5}$	$\frac{13.8}{68.8}$	$\frac{7.3}{313.7}$	$\frac{13.5}{54.6}$	$\frac{10.5}{369.7}$	$\frac{17.5}{63.8}$	$\frac{5.4}{203.9}$	$\frac{8.0}{39.6}$	$\frac{6.3}{285.6}$	$\frac{6.9}{32.8}$
Cyclopoida	$\frac{41.7}{61.8}$	$\frac{35.7}{11.2}$	$\frac{26.6}{219.6}$	$\frac{34.0}{21.0}$	$\frac{15.1}{127.7}$	$\frac{28.1}{22.3}$	$\frac{15.1}{115.0}$	$\frac{25.1}{19.8}$	$\frac{23.0}{166.6}$	$\frac{34.1}{32.4}$	$\frac{20.9}{188.7}$	$\frac{22.9}{21.6}$
Calanoida	$\frac{6.9}{103.8}$	$\frac{5.9}{18.8}$	$\frac{2.8}{47.2}$	$\frac{3.6}{4.5}$	$\frac{2.0}{39.1}$	$\frac{3.7}{6.5}$	$\frac{2.5}{38.8}$	$\frac{4.0}{6.6}$	$\frac{1.7}{25.1}$	$\frac{2.5}{4.9}$	$\frac{1.5}{39.3}$	$\frac{1.7}{4.5}$
Всего:	$\frac{116.9}{550.6}$		$\frac{78.1}{1043.4}$		$\frac{53.7}{574.9}$		$\frac{60.2}{580.0}$		$\frac{67.4}{51\pm 5}$		$\frac{91.3}{871.7}$	

Анализ фенологии массовых видов (сроки появления, период массового развития, динамика численности) показал, что последовательность весеннего развития и осеннего угасания, формирование комплексов и их смена, летняя депрессия и подъем в период летнего цветения сохраняются независимо от условий года, хотя сроки их могут значительно сдвигаться.

Стационарные суточные наблюдения, проведенные в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища, позволили выявить большую динамичность и экологическое различие в суточном вертикальном распределении отдельных видов и их возрастных стадий, однако общая численность зоопланктона в течение суток распределена равномерно по вертикали [6].

Прослежено освоение Средней и Нижней Волги озерными и планктонными ракообразными, выяснена сезонная динамика их численности, роль в кормовой базе рыб и ряд особенностей их биологии [1]. Из 12 видов, проникших с севера, лимнофильных планктонных ракообразных в Куйбышевском водохранилище акклиматизировались 10, из них *Cyclops kolensis*, *Bosmina longispina*, *B. coregoni*, *Bythotrephes longimanus*, *Heteroscope appendiculata* стали многочисленными. За счет биомассы северных вселенцев кормовые ресурсы рыб значительно увеличились. Особенно заметное увеличение (почти в 2 раза) отмечено в мае, несколько меньше – в июне, что особенно важно, так как в этот период личинки многих рыб переходят на активное питание.

С 1974 г. начаты исследования микрофауны зарослей макрофитов в Саратовском водохранилище. По предварительным данным установлено, что микрофауна зарослевого биоценоза представлена более чем 100 преимущественно фитофильными видами. Отмечены количественные различия по районам.

В последние годы в нижнем бьефе Куйбышевского гидроузла в условиях, максимально приближенных к естественным, проводятся исследования интенсивности обмена, роста и размножения массовых зоопланктонов с целью определения величины вторичной продукции и выяснения роли отдельных гидробионтов в питании рыб и самоочищении загрязненных вод. Получены параметры уравнений, связывающих скорость обмена и вес массовых ветвистоусых и веслоногих рачков. Определено количество потребляемого кислорода в зависимости от температуры воды и физиологического состояния организмов. Дана ориентировочная оценка продукции кладоцер и циклопов для верхней части Саратовского водохранилища от Куйбышевского гидроузла до устья р. Сок. В зависимости от гидрометеорологических условий года общая продукция 6 массовых видов кладоцер составляет 1–7 тыс. т, циклопов – от 2 до 11 тыс. т.

Л и т е р а т у р а

1. Дзюбан Н.А. Северные вселенцы в Куйбышевском водохранилище. – Матер. 1-го науч.-техн. совещ. по изучению Куйбышевского водохр., Куйбышев, 1963, с. 48–59.

2. Дзюбан Н.А., Елисеев А.И. Некоторые особенности гидробиологического режима и биологических процессов в Черемшанском заливе Куйбышевского водохранилища. – Сб. работ Комсомольской ГМО, Л., 1966, вып. 6, с. 19–25.
3. Дзюбан Н.А., Мордухай-Болтовской Ф.Д. Формирование фауны беспозвоночных крупных водохранилищ. – Тез. докл. I съезда ВГБО, М., 1965, с. 127–129.
4. Дзюбан Н.А., Урбан В.В. Сукцессия зоопланктона в прибрежье Куйбышевского водохранилища. – В кн.: Волга-1. Тольятти, 1968, с. 111–113.
5. Дзюбан Н.А., Урбан В.В. Сезонные изменения зоопланктона в прибрежье Куйбышевского водохранилища. – В кн.: Волга-1. Куйбышев, 1971, с. 135–146.
6. Дзюбан Н.А., Урбан В.В. О вертикальной миграции зоопланктона в Куйбышевском водохранилище. – В кн.: Биологические продукционные процессы в бассейне Волги. Л., 1976, с. 103–112.
7. Дзюбан М.Н., Урбан В.В., Дзюбан Н.А. Зоопланктон мелководий Куйбышевского водохранилища в мелководный 1962 г. – Тез. докл. I съезда ВГБО, М., 1965, с. 129–130.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.587 (28):591

Н.Д. Бородин, С.М. Ляхов

ЗООБЕНТОС КУЙБЫШЕВСКОГО И САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

Исследования зообентоса Куйбышевского водохранилища, его формирования, а затем многолетней динамики были начаты Институтом биологии водохранилищ с периода возникновения этого водоема и продолжены затем Куйбышевской биологической станцией [2–6].

Как и в других крупных волжских водохранилищах, в формировании донной фауны Куйбышевского отмечался ряд стадий. Вскоре после затопления водохранилища началась стадия разрушения существовавших ранее реофильных и фитофильных биоценозов и заселения бывшей суши нестойкой группировкой из остатков этих биоценозов и почвенной фауны. Стадия „временного“ биоценоза, с резким преобладанием мотыля, наблюдалась со второй половины первого года на участках, где произошло снижение скоростей течения. На отдель-

ных станциях к осени биомасса бентоса достигла 16 г/м^2 , в Черноморском заливе – 85 г/м^2 .

На втором и третьем году наблюдалось значительное снижение численности и биомассы бентоса в основном за счет убыли мотыля и исчезновения фитофильной фауны. Ведущей группой становятся малощетинковые черви, биомасса которых затем в отдельные годы достигает 90% всей биомассы. На четвертый год отмечено большое однообразие в составе донной фауны. Население различных биотопов приобретает большое сходство, повсеместно наблюдается преобладание тубифицид.

В течение нескольких лет биомасса бентоса оставалась на низком уровне. С 1965–1966 гг. в связи с накоплением иловых отложений начинается увеличение общей биомассы и биомассы олигохет. Если на бывшем русле Волги в 1965–1966 гг. она составляла 8 г/м^2 , то в 1975 г. повысилась до 35.0 г/м^2 , а на отдельных станциях в верхней части водохранилища достигала 400 г/м^2 (без крупных моллюсков).

На пойме процесс заиления шел медленнее и биомасса была значительно ниже, но здесь она к последнему времени увеличилась почти в 20 раз. Это позволило высказать предположение о том, что водохранилище вступило в новую стадию нивелировки биотопов и биоценозов, которая, по всей вероятности, будет очень длительной.

Заиление грунтов отдельных участков верхней части водохранилища привело к замене псаммопелореофильных видов олигохет пелофилами, а на особо загрязненных участках (устье Камы, русловая часть Ундорского плеса) – менее выносливых к загрязнениям видов более выносливыми.

Таким образом, если формирование видового состава донных животных Куйбышевского водохранилища закончилось на 3–4-м году его существования, то значение отдельных видов внутри сообществ меняется и в настоящее время.

Донная фауна прибрежной зоны Куйбышевского водохранилища изучалась в 1966–1969 гг. [1]. Было показано, что особенно бедно население открытых участков мелководий. Из-за волнового перемешивания на них создаются непостоянные условия существования, не происходит отложения органического детрита, поэтому биомасса составляет десятые доли грамма.

На мелководьях, защищенных островами от действия волн, отмечено большее разнообразие биотопов, богаче видовой состав и выше биомасса. Однако и здесь она не превышает 1 г/м^2 и только в годы массового развития невисского лимнодрила может достигать $4.0\text{--}5.0 \text{ г/м}^2$.

В заливах, соединенных с водохранилищем, действие волнобоя ощущается слабее. Благодаря этому на поверхности грунта происходит отложение органического детрита, в большем количестве развиваются личинки хирономид. Биомасса бентоса в таких районах составляет в среднем 4.5 г/м^2 .

Еще богаче население полностью изолированных заливов, прибрежная зона которых зарастает высшей водной растительностью с богатой фитофильной фауной. Здесь также доминируют личинки хирономид, а биомасса бентоса достигает 9.5 г/м^2 .

Расположенное ниже Саратовское водохранилище характеризуется рядом существенных особенностей. Внутрикаскадное положение в значительной степени снижает поступление аллохтонной органики: постоянство уровня исключает осушение прибрежной зоны и дает возможность развиваться макрофитам с последующим накоплением на дне грубого фитогенного детрита; значительная проточность (коэффициент водообмена 19) и высокие скорости течения на бывшем русле, особенно во время паводка, способствуют аэрации придонных слоев воды, а также быстрому освоению донной фауной различных биотопов.

В Саратовском водохранилище не наблюдалось вспышки массового развития мотыля. Нет существенного различия в фауне бывшего русла и затопленной суши, где доминируют олигохеты, несколько видов гаммарид и личинки хирономид. Лишь донная фауна верхнего речного участка специфична и сохраняет реофильный характер. Освоение затопленной суши олигохетами проходило в Саратовском водохранилище быстрее, чем в других волжских водохранилищах.

Биомасса бентоса на бывшем русле Волги в среднем за вегетационный период не превышает $3-4 \text{ г/м}^2$, причем на долю олигохет после завершения процесса формирования донной фауны приходится в отдельные годы 50–70%. На затопленной суше биомасса несколько ниже, составляет в среднем за год $2.5-3.2 \text{ г/м}^2$ и также с преобладанием олигохет. Однако существенное значение на этих биотопах имеют гаммариды и личинки хирономид.

В общем в первые годы существования Саратовское водохранилище характеризовалось низким уровнем развития донной фауны. Видимо, это объясняется низкой трофией грунтов. В последующие годы по мере накопления в грунтах органики от разложения высшей водной растительности можно ожидать более обильного развития бентоса и повышения общей трофности бентали водохранилища.

Биомасса донных животных на открытых участках мелководий Саратовского водохранилища значительно выше, чем в Куйбышевском. Наиболее богат бентос в прибрежной зоне средней части. Здесь не ощущаются колебания уровня, связанные с работой гидростанций, а из-за замедления течения в донных отложениях происходит аккумуляция органического детрита. Многочисленные острова защищают от волнобоя обширные площади заостровных участков, на которых успешно развивается водная растительность. При ее отмирании в грунты поступает много детрита. Все это создает благоприятные условия для развития цело- и фитофильных организмов, биомасса которых достигает 9 г/м^2 .

В сравнении с другими волжскими водохранилищами прибрежная зона Саратовского заселена довольно богато. Биомасса донных животных открытого мелководья уступает только биомассе Иванов-

кого водохранилища, в полтора раза выше биомассы Волгоградского и Горьковского и в десятки раз превышает биомассу Куйбышевского и Рыбинского водохранилищ. Саратовское водохранилище – наиболее молодое в каскаде, поэтому по мере заиления его грунтов накопления в них органического детрита биомасса донной фауны в прибрежной зоне будет возрастать.

Л и т е р а т у р а

1. Б о р о д и ч Н.Д. Донная фауна осушной зоны Куйбышевского водохранилища. – В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974, с. 125–142.
2. Л ю б и н В.А. Изменения в составе фауны малошетиновых червей Куйбышевского водохранилища. – Гидробиол. ж., 1974, т. 106, № 6, с. 47–52.
3. Л я х о в С.М. Основные черты распределения бентоса в Куйбышевском водохранилище. – Матер. I научн.-техн. совещ. по изуч. Куйбышев. водохр., Куйбышев, 1963, вып. 3, с. 83–89.
4. Л я х о в С.М. Бентос Куйбышевского водохранилища за 10 лет его существования (1956–1965). – Матер. конф. „Волга-1“, Куйбышев, 1971, с. 153–156.
5. Л я х о в С.М. Многолетние изменения биомассы бентоса в Куйбышевском водохранилище. – Гидробиол. ж., 1974, т. 10, № 4, с. 21–24.
6. М о р д у х а й – Б о л т о в с к о й Ф.Д. Первые этапы формирования бентоса Куйбышевского водохранилища. – Тр. Ин-та биол. водохр., 1959, вып. 1 (4), с. 118–138.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.132–14

И.И. Б о г о л е п о в а

МИКРОМОРФОЛОГИЯ ПИЩЕВОДА *CAMALLANUS LACUSTRIS* (NEMATODA)

Несмотря на важность изучения гистологического строения пищевода нематод для систематики [1–4], до сих пор известны лишь 2 работы, посвященные тонкому строению переднего отдела пищеварительной системы нематод рода *Camallanus* [2,5]. Видовая специфика микроморфологии пищевода круглых червей до сего времени не рассматривалась, а гистологическое строение пищевода *C. lacustris* не изучалось.

С этой целью живые гельминты разрезались пополам и их периферические части фиксировались жидкостью Буэна и 100%-м нейтральным формалином. Камаллянусы из кишечника окуней (Рыбинское водохранилище) собраны и фиксированы Н.А. Изюмовой. Заливка производилась в парафин через метилбензоат-целлоидин или хлороформ. Срезы толщиной 5 мкм окрашивались гематоксилином Бемеера, а затем Гарриса, железным гематоксилином по Гейденгайну и азановым методом по Нейденгайну. Графическая реконструкция пищевода проведена по поперечным и продольным сериям срезов. Направляющими линиями служили кожно-мышечный мешок и валики гиподермы. При помощи рисовального аппарата Аббе зарисовывался каждый 20-й срез серии; ядра и гистологические детали, оказавшиеся на промежуточных срезах, условно переносились на 20-й срез. Расстояние, равное 100 мкм (толщина среза 5 мкм умножена на количество срезов - 20), перенесено на рисунок, и именно через такое расстояние зарисован каждый 20-й срез пищевода.

Изучение срезов и проведенная реконструкция показали, что склеротизированные створки, или челюсти ротовой капсулы, длиной 150-170 мкм прочно соединены с корпусом пищевода и кожно-мышечным мешком гельминта. У основания простомы (ротовой капсулы) толщина склеротизированной стенки составляет 12.5-13.8 мкм.¹ Базальные части челюстей раздвоены и образуют расширенные выступы, примыкающие вплотную к краевым волокнам, внутренней кутикулярной выстилке и к наружной оболочке пищевода. Таким образом, внутренняя кутикула, выстилающая пищевод, краевые волокна и наружная оболочка играют в этом случае роль своеобразного скелета передней кишки.

Диаметр основания склеротизированной капсулы составляет 67.5-70.1 x 76.5-85.0 мкм. По направлению к середине стенка капсулы становится тоньше - 9.5-10.8 мкм. С внутренней стороны стоматорабиона имеются продольные ряды тонких пластинок, или ребер, толщиной 0.5-0.6 мкм. Расстояние между рядами составляет 4-5.5 мкм. Длина тонких пластинок на поперечном срезе 17.9-19.5 мкм. В середине стомы эти ребра несколько укорочены. На поперечном срезе их длина 4.0-5.4 мкм. При входе в ротовое отверстие они заострены и образуют многочисленные зубы длиной 13.5-18.9 мкм. Каждый треугольный вырост (трезубец), отходящий с вентральной и дорсальной сторон от места сочленения створок капсулы, имеет основание, которое состоит тоже из 2 половинок, так как является выростом каждой челюсти. Вокруг хитинизированного стоматорабиона находится оболочка толщиной 10.8-16.2 мкм, состоящая из кожно-мышечного мешка гиподермального слоя, мышечных клеток и кутикулы.

¹ Здесь и далее промеры сделаны у самок гельминтов.

Пищевод подразделен на переднюю мышечную часть длиной 300–350 мкм и железистую, которая почти в 2 раза длиннее.

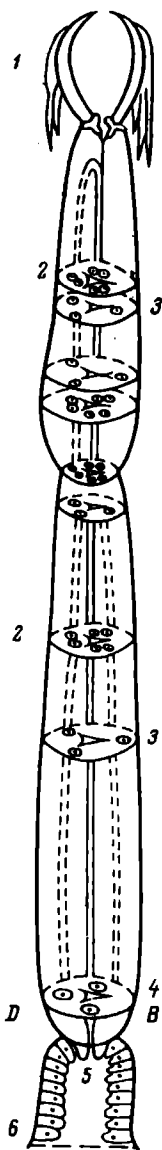
Передняя часть корпуса (диаметром 65–75 х 75–87 мкм) выстлана кутикулой (толщиной 1.2–1.5 мкм) с характерными расширениями в углах треугольного просвета (рис. 2). Эти 6 лепестковидных утолщений, окрашивающихся железным гематоксилином в черный цвет, в углах просвета вытягиваются в палочковидные образования длиной до 12 мкм и более.

Радиальные мышечные волокна имеют особые точки прикрепления к выступам кутикулы; они отчетливо заметны при сокращении радиальных волокон.

Графическая реконструкция пищевода по серийным срезам показала, что передние 160–190 мкм от стомы стенка пищевода ядер не содержит (рис. 1). Отступая от стомы примерно на 180 мкм, в мускульной части расположены первые 2 группы мускульных ядер ¹ по 3 ядра (рис. 2). Вторая группа ядер отстоит от первой на расстоянии 6–12 мкм, т.е. почти на одном уровне пищевода. Три краевых ядра выявлены в мускульной части передней кишки, отступая от начала корпуса на 260–280 мкм и на расстоянии 80–100 мкм от описанных выше 6 мускульных ядер. Еще 2 группы мускульных ядер (по 3) выявляются на 50-м и 52-м поперечных срезах, т.е. в 300 и 312 мкм от начала корпуса. Таким образом, в стенке мускульной части пищевода обнаружено 12 мускульных и 6 краевых стабильно расположенных ядер.

Рис. 1. Реконструкция глотки *Camallanus lacustris*

1 – склеротизированная ротовая капсула, 2 – мышечные ядра, 3 – краевые ядра, 4 – ядра пищеводных желез, 5 – пищеводно-кишечный клапан, 6 – кишечные клетки вентрикулярного отдела.



¹ Стенка пищевода рассматривается при световом микроскопе как симпласт.

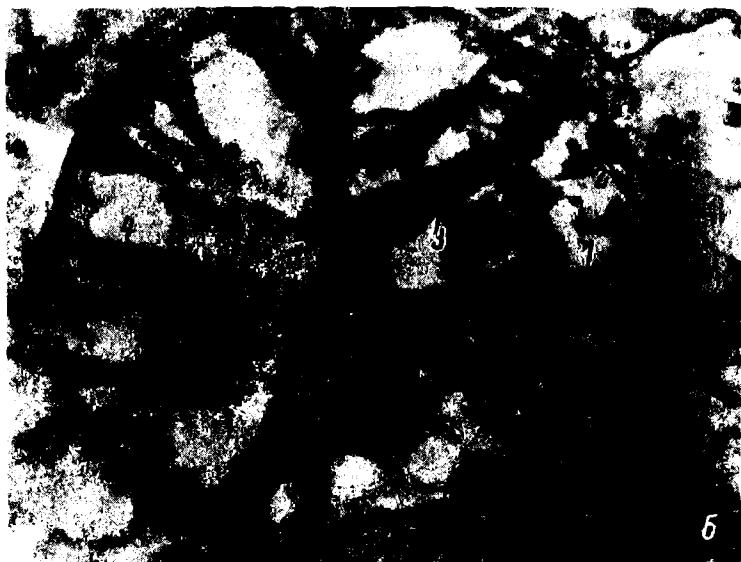


Рис. 2. Поперечные разрезы пищевода *Camallanus lacustris*.

а - мускульной части пищевода: 1 - утолщения кутикулы, 2 - мышечные ядра, 3 - краевые пластинки, 4 - радиальные мышечные волокна, 5 - сектор пищевода, б - пищеводных желез: 1 - краевые волокна, 2 - цитоплазма желез, 3 - ядра пищеводных желез, 4 - радиальные мышечные волокна (Буэн, ЖГ. об. пл. ап. х 60, ок. х 10).

Мускульная часть резко переходит в железистую. Пищевод при этом сужается, внутренняя кутикула теряет утолщение и становится равномерно тонкой. Радиальные мускульные волокна, хорошо развитые в передней части, в железистой сильно редуцированы и собраны в 2–5 тонких пучков. Основная часть стенки пищевода занята зернистой цитоплазмой железистых клеток. Краевые волокна, однако, здесь развиты также хорошо или даже сильнее, чем в мускульной части. Краевых пластинок нет. В железистой части расположено также 12 мускульных и 6 краевых ядер. Две группы по 3 ядра последовательно находятся на 60–62-м срезах, т.е. отступая от стомы на 180–186 мкм в самом начале железистой части пищевода. По 2 ядра в каждом секторе почти на одном уровне. Остальные 6 мускульных ядер (по 3) расположены близко друг от друга и ближе к базальной части пищевода, 600–650 мкм от начала пищевода. Краевые ядра (по 3) выявлены на разных уровнях передней группы в начале железистой части пищевода почти на одном уровне с 6 мускульными, последняя группа (по 3) – в непосредственной близости к задней группе мускульных ядер, 670–680 мкм от стомы.

Мускульные ядра овальные, их диаметр 10.0–13.5 x 4.0–8.1 мкм, с одним ядрышком размером около 2 мкм. Краевые ядра также варьируют по своим размерам – 4.8–7.2 x 2.4–3.6 мкм, с ядрышком около 2.0 мкм в диаметре.

Пищеводные железы одноядерные. Их ядра находятся в базальной части пищевода; они округлые, крупные – 10.8–14.4 x 15.6–16.8 мкм с одним пиронинофильным ядрышком, 7.2 x 7.2 мкм в диаметре (рис. 2, б). Протоки желез направляются вперед к передней части пищевода. Проток дорсальной железы открывается в передней части прокорпуса недалеко от стомы, субвентральные – в основании метакорпуса, почти на границе мускульной и железистой части.

Всего в пищеводе *Camallanus lacustris* насчитывается 24 мускульных, 12 краевых и 3 железистых ядра, т.е. 39 ядер. Анализируя литературные данные, видно, что описываемый вид отличается от *Camallanus microcephalus* количеством и расположением мускульных и краевых ядер. У *C. microcephalus* описано 36 мускульных и 12 краевых ядер [3].

Пищеводно-кишечный клапан небольшой, вдаётся в вентрикулярный отдел пищевода на 20–30 мкм. Три ядра стабильно расположены и, вероятно, относятся к особым клеткам клапана, четко отделенным, как это видно на продольном срезе, от базальной части пищевода. Величина этих овальных ядер 6.0 x 2.4 мкм, с одним ядрышком размером около 1 мкм. Клетки самой передней части вентрикулярного отдела кишечника также принимают участие в образовании клапана; они имеют более мелкие размеры, чем остальные кишечные клетки, и маленькие ядра диаметром 2.0–2.4 x 2.4–3.6 мкм, с одним ядрышком около 0.5–0.6 мкм.

Таким образом, проведенная работа показала, что тонкое строение пищевода нематод рода *Camallanus* имеет свою видовую специфику. Гистологические исследования весьма перспективны при решении спорных вопросов систематики.

Л и т е р а т у р а

1. Шульц Р.С., Гвоздев Е.В. Основы общей гельминтологии. I. Морфология, систематика, филогения гельминтов. М., 1970. 491 с.
2. Chittwood M.B. The systematics and biology of some parasitic nematodes. - In: Chemical Zoology. N.Y.-L., 1969, vol. 3. 216 p.
3. Chittwood B.G., Chittwood M.B. Introduction to Nematology. Baltimore, 1950. 213 S.
4. Hsü H.F. Study of oesophageal glands of some species of Spiruroidea and Filarioidea. - Z. Parasitol., 1933, vol. 6, N 3, p. 277-280.
5. Törnquist N. Die Nematodenfamilien Cucullanidae und Camallanidae nebst weiteren Beiträgen zur Kenntniss der Anatomie und Histologie der Nematoden. - Göteborgs Kgl. vet. och. vitterhets-samhäl. handl., 1931, Folge 5, Bd 2. 441 p.

Ленинградский ветеринарный институт

УДК 595.3-116.91

Р.Я. Б р а т ч и к, А.В. М о н а к о в

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИНЬКИ ЛИСТОНОГИХ РАКОВ (CRUSTACEA, CONCHOSTRACA)

Нами сделаны наблюдения над процессом линьки листоногих раков - представителей семейств *Cyzicidae*, *Leptestheriidae*, *Linceidae*. Цель исследования - выяснение соответствия количества полос прироста на раковине числу линек животных. Для *Cyzicidae* и *Leptestheriidae* установлено следующее: на науплиальных стадиях в ходе линьки хитиновые покровы сбрасываются полностью, включая и зачаток раковины, который появляется на 3-4-й науплиальных стадиях. На 1-й постларвальной стадии, когда формируется двустворчатая раковина, она представляет собой двуслойный вырост, складку (рис. 1). При последующей линьке происходит формирование нового промежуточного слоя, после чего наблюдается разрыв по краю раковины (указано стрелкой на рис. 2) и внутренний слой отпадает со всей остальной шкуркой. Вновь об-

Рис. 1. Схематическое изображение поперечного среза рачка (тело заштриховано).

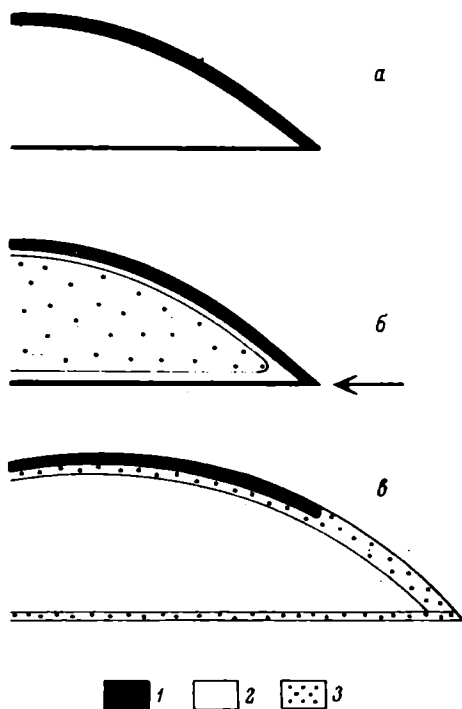
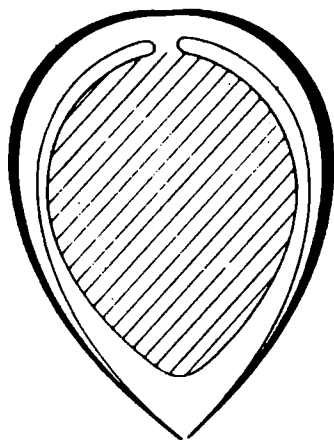


Рис. 2. Схема формирования полосы прироста.

а-в - последовательные стадии процесса линьки; 1 - исходная структура, 2 - внутренняя полость, 3 - вновь образующийся слой.

разованный промежуточный листок начинает выпячиваться за пределы предыдущего края, образуя полосу прироста. Вначале он слабо прикреплен к наружному листку и может быть легко от него отделен. К периоду окончания выпячивания (приблизительно один час) вновь образованный слой расщепляется на два, из которых наружный прочно срастается с предыдущим (рис. 2). При последующих линьках процесс повторяется, так что количество полос прироста будет соответствовать числу линек, начиная с метаморфоза.

Таким образом, раковина *Cyzicidae* и *Leptestheriidae* имеет слоистую структуру. Убедиться в этом можно, помещая раковину в раствор щелочи: она распадается на составляющие ее слои.

У *Linceidae* раковина не имеет полос прироста и не распадается на слои при помещении ее в раствор щелочи. Этому соответствует тип линьки, свойственный данным животным: раковина, представляющая двуслойную складку, сбрасывается при каждой линьке полностью и многослойная структура не образуется.

У *Limnadiidae* полосы прироста имеются только на периферии раковины. Бишоп [1] указывает, что у *Limnadia stenleyana* Kyng первые постларвальные линьки не приводят к образованию полос прироста. Можно предположить, что в данном случае первые линьки после метаморфоза протекают по науплиальному типу, хитиновые покровы сбрасываются полностью.

Л и т е р а т у р а

1. B i s h o p I.A. Aspects of post-larval life history of *Limnadia stenleyana* King (Crustaceae:Conchostraca). - Austr. J. Zool., 1968, vol. 16, p. 885-895.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.388.3

Н.Д. Б о р о д и ч

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ БИОЛОГИИ МИЗИД В ВОДОХРАНИЛИЩАХ СРЕДНЕЙ И НИЖНЕЙ ВОЛГИ

В водохранилища Средней и Нижней Волги мизид начали завозить с 1958 г.: в Куйбышевское с 1958 по 1966 г. вывучено 22 млн., в Волгоградское с 1960 по 1967 г. - 35 млн., в Сара-

товское с 1972 по 1974 г. – 72 млн. В основном это были *Paramysis intermedia* и *P. lacustris*. Одновременно с этими в небольших количествах завезены *P. ullskyi*, *P. baeri* и *Limnomysis benedeni* [1,5].

Из перечисленных видов в Волге до строительства каскада водохранилищ была широко распространена и встречалась в верхней части бассейна лишь *P. ullskyi*. Остальные виды обитали в опресненных участках Северного Каспия и в низовьях Волги. Появление мизид во вновь созданных водоемах связано с их успешной акклиматизацией. В Куйбышевском водохранилище, кроме *P. ullskyi*, обнаружена еще *P. intermedia*. Распространены эти виды по всему водоему и занимают все подходящие для их жизни биотопы. Особенно обильно заселены песчаные мелководья левого берега. Выше мест выпуска мизид (по Волге выше Казани, по Каме выше Рыбной слободы) встречается только *P. ullskyi* [6].

Численность мизид по данным обследований, проводившихся в 1967 и 1972 гг., на всех участках водохранилища увеличилась, в частности в нижней части с 25–33 до 1000 экз./м². В сентябре 1975 г. на открытом мелководье Прилужинного плеса она составляла 830 экз./м² с биомассой 2,2 г/м². Для открытого песчаного мелководья это очень высокие показатели. Значение их трудно переоценить, поскольку площади, занимаемые подобными мелководьями, составляют около 42%, а биомасса бентоса не превышает десятых долей грамма [2].

В прибрежной зоне песчаного мелководья мизиды появляются вскоре после освобождения водоема ото льда при температуре воды около 3°. Сроки начала и конца размножения определяются температурными условиями. Первые яйценосные самки обычно появляются в мае при температуре воды около 7°. В конце сентября при температуре около 14° прекращается процесс размножения у *P. ullskyi*, а в октябре или в начале ноября при понижении температуры до 8–10° – у *P. intermedia*. Наиболее крупные самки встречаются в популяции весной. Это особи генерации предыдущего года. Они достигают максимальных размеров и имеют наибольшее число эмбрионов. В Куйбышевском водохранилище *P. intermedia* достигает размеров 14 мм, *P. ullskyi* – 22 мм. Наибольшее зарегистрированное число эмбрионов у *P. intermedia* составляло 45, у *P. ullskyi* – 73 [6]. Вышедшая из марсупиальной сумки молодь *P. intermedia* имеет размеры около 2.0 мм, *P. ullskyi* – 2,6–2,8 мм. Первый вид успевает дать 3, второй 1–2 генерации в год.

Сравнение основных биологических показателей этих видов в Куйбышевском водохранилище и в исходных водоемах показало, что они очень близки. Поэтому можно ожидать, что в водохранилищах Средней и Нижней Волги численность *P. intermedia* и *P. ullskyi* будет довольно высокой.

В Саратовском водохранилище регулярные наблюдения за мизидами проводятся с 1967 г. В нем до 1973 г. были обнаружены

только 2 вида: обитавшая ранее в Волге *P. ullskyi* и проникшая из Куйбышевского водохранилища *P. intermedia*. Численность мизид на отдельных участках в 1968 г. достигала 215 экз./м². Наиболее обильно ими были заселены, как и в Куйбышевском водохранилище, участки песчаного мелководья.

В 1975 г. были обнаружены еще 2 вида - *P. lacustris* и *L. benedeni*. *P. lacustris* встречалась в средней и нижней частях водохранилища на различных грунтах, но, как правило, в очень небольшом количестве. Только на некоторых участках с заиленным песком она преобладала над другими видами мизид. Наибольшее скопление (350 экз./м²) было отмечено в октябре в устье р. Малый Иргиз.

В мае в популяции *P. lacustris* преобладали яйценосные самки размером 14,1-15,0 мм со средним числом эмбрионов, равным 27,5, тогда как в низовьях Дона у самок этого размера в среднем было 39 эмбрионов [4]. Пол начинает различаться у особей 6,1-7,0 мм, половозрелыми они становятся при длине 9-10 мм. Соотношение самцов и самок в период весеннего размножения составляет 1:2, после появления молоди оно выравнивается. Наиболее крупные особи размером 16 мм были отмечены в мае. В Азово-Черноморском бассейне они достигают 19 мм [4]. в Северном Каспии - 24-25 мм [3].

В условиях жаркого 1975 г., несмотря на высокую температуру воды (сумма тепла с мая по ноябрь составляла у г. Куйбышева 3100 градусо-дней вместо 2895 по среднемноголетним данным), у *P. lacustris* наблюдались только 2 генерации. В южных областях Советского Союза она успевает дать 4 генерации.

Таким образом, размеры тела, плодовитость, продолжительность размножения, число генераций у *P. lacustris* в Саратовском водохранилище ниже, чем в исходных водоемах. По-видимому, этот вид не сможет в нем дать массовых скоплений, как в южных районах СССР.

Limnomysis benedeni обнаружена в 1975 г. в средней и нижней частях Саратовского водохранилища в основном на заостровных участках с заиленными грунтами и водной растительностью. В исходных водоемах достигает 14 мм, в Саратовском - 12,5 мм. Половозрелыми становятся при длине 7-8 мм. Максимальное число зародышей (32) было обнаружено в мае у самки размером 10-11 мм. По данным Ц.И. Иоффе [5], в водоемах южных районов СССР самки от 11 до 14 мм имеют от 14 до 49 зародышей.

В период весеннего размножения почти вся популяция бывает представлена яйценосными самками, самцы составляют незначительный процент. После отрождения молоди соотношение полов выравнивается и составляет 1:1.1. Период размножения растянут с мая по октябрь. В 1975 г. у *L. benedeni* отмечено 3 генерации, только часть быстрорастущих особей успела дать 4.

Благодаря высокой плодовитости и значительной продолжительности размножения этот вид может достичь высоких показателей

численности на участках, богатых органическим детритом и остатками высших водных растений.

В Волгоградском водохранилище обнаружено 4 вида мизид: *P. intermedia*, *P. ullskyi*, *P. lacustris*, *Z. benedeni*. В верхней части водоема наиболее часто встречается *P. intermedia*, но численность их не превышает 100 экз./м², а биомасса составляет десятки доли грамма. В средней и нижней частях водоема эти показатели выше, особенно возрастает значение *P. lacustris*. В 1972 г. ее численность на отдельных участках достигала 1000 экз./м², биомасса - 3.0-4.0 г/м².

L. benedeni обнаружена только в средней части водохранилища в очень незначительном количестве.

В распределении мизид по глубинам наблюдается та же закономерность, что и в Северном Каспии. *P. intermedia* концентрируется в верхних горизонтах на глубинах 0.2-1.5 м, где ее численность составляет 67-98% общей численности мизид, максимум *P. ullskyi* находится несколько глубже, наибольшие скопления *P. lacustris* отмечаются на глубинах 5-15 м.

Таким образом, в настоящее время в Куйбышевском водохранилище зарегистрированы 2 вида понто-каспийских мизид (*P. intermedia* и *P. ullskyi*), в Саратовском и Волгоградском - 4 (*P. intermedia*, *P. ullskyi*, *P. lacustris*, *L. benedeni*).

P. intermedia и *P. ullskyi* образуют наибольшие скопления на песчаных открытых мелководьях, *P. lacustris* и *P. benedeni* предпочитают заостровные участки с заиленными грунтами и водной растительностью.

Широкое распространение *P. intermedia* в водохранилищах Средней и Нижней Волги, высокая численность и доминирующая роль на большей части песчаных биотопов свидетельствуют о натурализации этого вида в водохранилищах.

Размеры, плодовитость, продолжительность размножения у *P. lacustris* и *L. benedeni* в Саратовском водохранилище ниже, чем в водоемах южных районов СССР, поэтому популяции мизид в нем не будут такими массовыми, как в исходных.

В средней и нижней частях Волгоградского водохранилища у *P. lacustris* отмечены высокие показатели численности и биомассы, свидетельствующие о ее успешной акклиматизации в этом водоеме.

Л и т е р а т у р а

1. Белявская Л.И., Гудкова Н.С., Закора Л.П. Мизиды Волгоградского водохранилища. - В кн.: Видовой состав, экология и продуктивность гидробионтов Волгоградского водохранилища. Саратов, 1969, с. 20-25.

2. Б о р о д и ч Н.Д. Донная фауна осушной зоны Куйбышевского водохранилища. - В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974, с. 125-142.
3. Д е р ж а в и н А.Н. Мизиды Каспия. Баку, 1939. 92с.
4. И о ф ф е Ц.И. Обогащение донной фауны Цимлянского водохранилища. - Изв. ВНИОРХ, 1958, т. 45, с. 272-316.
5. И о ф ф е Ц.И. Обогащение кормовой базы рыб в водохранилищах СССР путем акклиматизации беспозвоночных. - Изв. ГосНИОРХ, 1974, т. 100, с. 3-226.
6. B o r o d i c h N.D., H a v l e n a F.K. The biology of mysids acclimatized in the reservoirs of Volga River. - Hydrobiologia, 1973, vol. 42, N 4, S. 527-539.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.426-13

П.В. Т у з о в с к и й

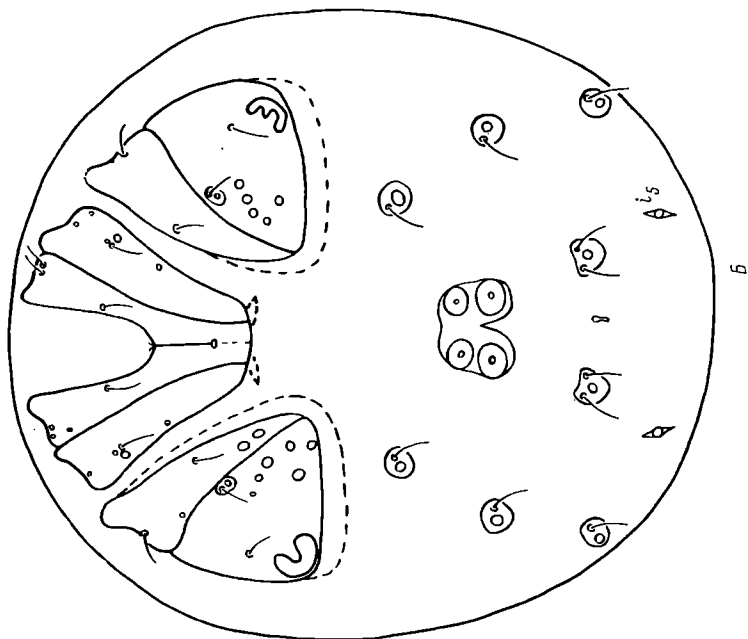
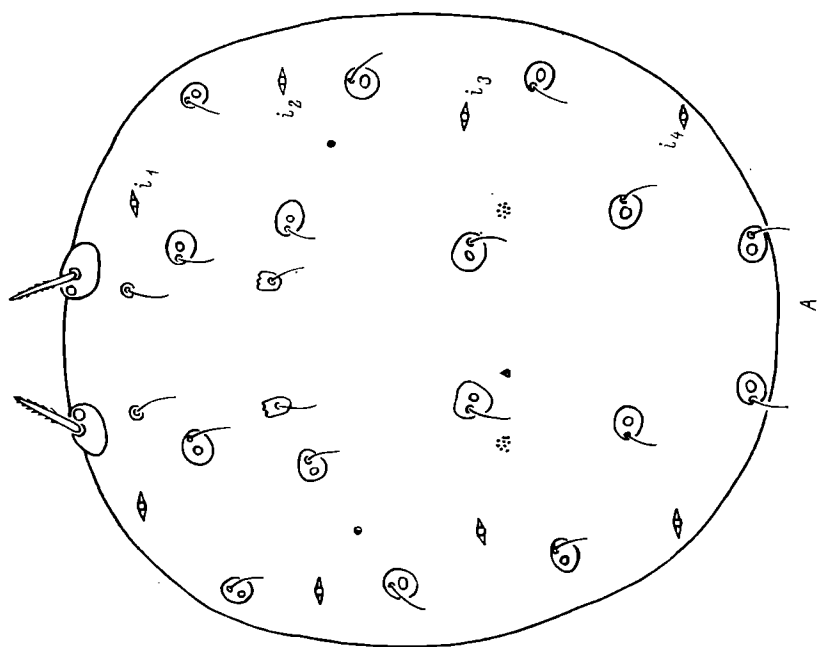
ОПИСАНИЕ НИМФЫ ВОДЯНОГО КЛЕЩА
ATRACTIDES RECTIPES (SOKOLOV, 1934)
(HYGROBATIDAE, ACARIFORMES)

Водяной клещ *Atractides rectipes* был описан по самке из Уссурийского края [3]. Преимагинальные фазы его до сих пор неизвестны. Нами он обнаружен в Ярославской обл. в рр. Нерль, Сить и Каменке. Взрослые клещи встречаются в мае по октябрь, нимфы - в августе. В сообщении приводится описание дейтонимфы *A. rectipes*.

Длина тела 400 мкм. Туловищный хетом типичен для рода [1]. Передние туловищные щетинки крупные перистые, остальные гладкие волосовидные (рис. 1, А). Передняя пара трихоботрий расположена прямо на покровах, задняя - на небольших кожных пластинках. Между внутренними плечевыми и наружными лопаточными щетинками находятся небольшие щитки. Кроме того, сзади и латеральнее внутренних лопаточных щетинок заметны уплотненные участки покровов, к которым прикрепляются мышцы. Кожные железы, особенно передняя пара, очень крупные.

Рис. 1. Общий вид нимфы *Atractides rectipes*.

А - сверху, Б - снизу, i_1-i_5 - лировидные органы.



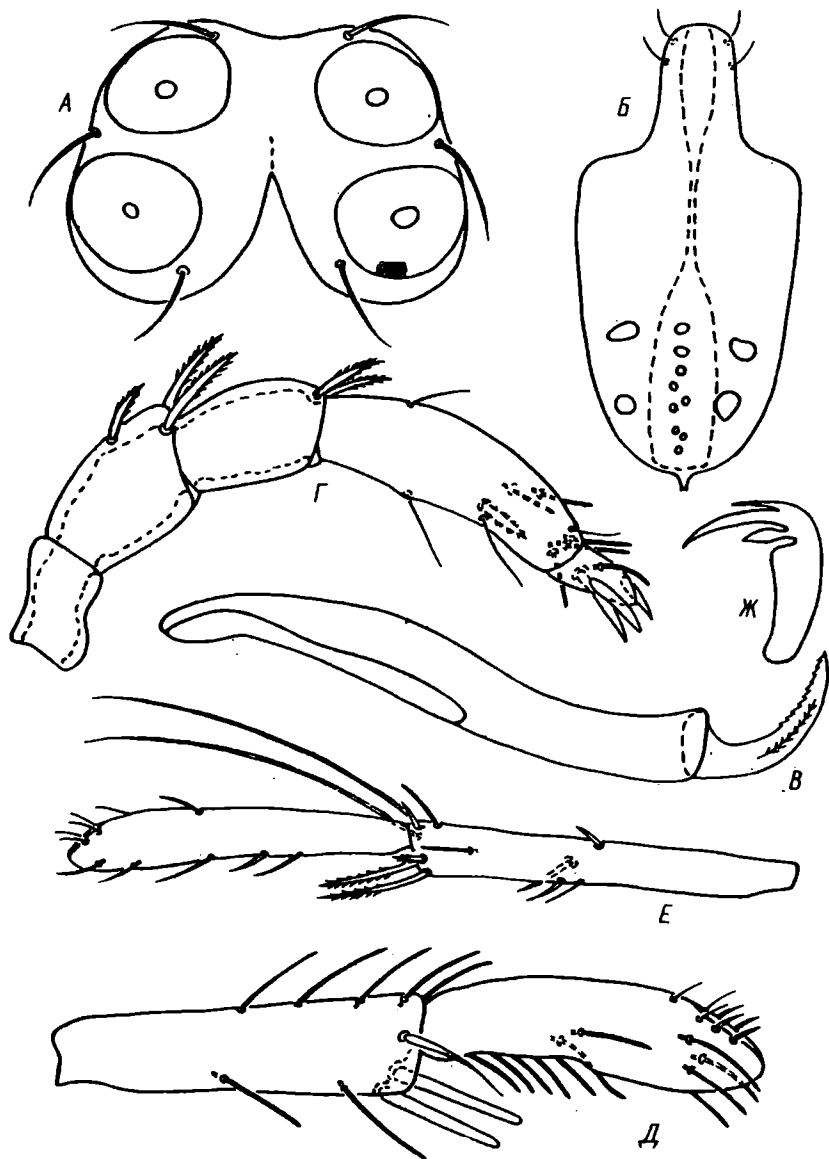


Рис. 2. Детали строения нимфы *Atractides rectipes*.

А - генитальный орган, Б - гипостом снизу, В - хелицера, Г - педипальпа, Д - голень и лапка ноги I, Е - голень и лапка ноги 1У, Ж - коготок.

Лировидных органов, как и у большинства водяных клещей [2], 5 пар, из них i_1-i_4 расположены дорсально (рис. 1, А), i_5 - вентрально (рис. 1, Б).

Тазики I (рис. 1, Б) срослись между собой до исчезновения шва в их задней части. Гипостомальная выемка глубокая, занимает более половины длины тазиков I. Заднемедиальные углы тазиков I-II с небольшими подкожными отростками. Передние межтазиковые щетинки переместились на тазики II. Коксальные щиты III-IV окаймлены по медиальному и заднему краю подкожным выростом. Задние межтазиковые щетинки сидят близ середины переднего края тазиков IV. Постанальные и хвостовые щетинки располагаются на уровне экскреторного отверстия и имеют общие кожные железы.

Половой орган с 4 присосками (рис. 2, А). Задние присоски крупнее передних. Генитальные пластинки срослись между собой до исчезновения шва в их передней части. Генитальных щетинок 3 пары.

Задняя часть гипостома (рис. 2, Б) с грубой скульптурой. Передняя часть гипостома узкая и несет 2 пары щетинок примерно равной длины. Средняя часть глотки сильно сужена, а передняя и задняя части расширены. Базальная часть гипостома посредством узкого отростка срастается с передними тазиками. Длина гипостома 90 мкм.

Хелицеры (рис. 2, В) очень стройные. Базальный членик S-образно изогнут. Подвижный членик крупный, зазубрен по вогнутому краю. Длина основного членика 100, подвижного пальца 20 мкм.

Вертлуг педипальпы (рис. 2, Г) без щетинок. На бедре I педипальпы 3, на бедре II - 2 дорсодистальные щетинки. На колене педипальпы 5 тактильных щетинок (2 гладкие дорсальные, 2 гладкие вентральные и крупная перистая латеральная) и 5-6 дорсодистальных сенсиллиев. Вентральные тактильные щетинки делят колено на 3 примерно равных между собой части. Перистая латеральная щетинка сближена с дистальной вентральной хетой. Длина члеников педипальпы, мкм: 20, 35, 35, 55, 20.

Ноги I без плавательных волосков. На вентродистальном кошке голени I (рис. 2, Д) две крупные мечевидные щетинки. Ланка I в проксимальной части с неглубокой выемкой, достигающей до половины членика. На голених II, III и IV (рис. 2, Е) по 2 плавательных волоска.

Амбулакра (рис. 2, Ж) с хорошо выраженной когтевой пластиной, крупным срединным, коротким толстым внутренним и тонким наружным зубцами.

Л и т е р а т у р а

1. В а й н ш т е й н Б.А., Т у з о в с к и й П.В. Туловищный хетом водяных клещей, его онтогенез и эволюция - В кн.: Биология и продуктивность пресноводных беспозвоночных. Л., 1974, с. 230-269.

2. Тузовский П.В. Лировидные органы водяных клещей (Hydrachnellae, Acariformes). - Тез. докл. на III Всесоюз. совещ. по теор. прикл. акарологии (4-6 октября 1976 г.), Ташкент, 1976, с. 227-228.
3. Sokolow I.I. Beiträge zur Kenntnis der Hydracarin fauna des Ussuri-Gebiets. II. Hydracarin der fließenden Gewässer. - Zool. Jahrb., Syst., 1934, Bd 65, N 3-4, S. 309-388.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.771

В.В. Чернавина

РАЗМЕРНО-ВЕСОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА CHIRONOMUS PLUMOSUS L. ИЗ ОЗ. БИСЕРОВО МОСКОВСКОЙ ОБЛ.

Установление зависимости между длиной тела и сырым весом массовых представителей гидробионтов необходимо при общих биоценологических исследованиях для продукционных расчетов, а также для восстановления веса животных при изучении питания рыб, когда прямое взвешивание полупереваренных организмов невозможно. Вес животного можно определять по его длине, пользуясь номограммами, составленными на основании опытных данных.

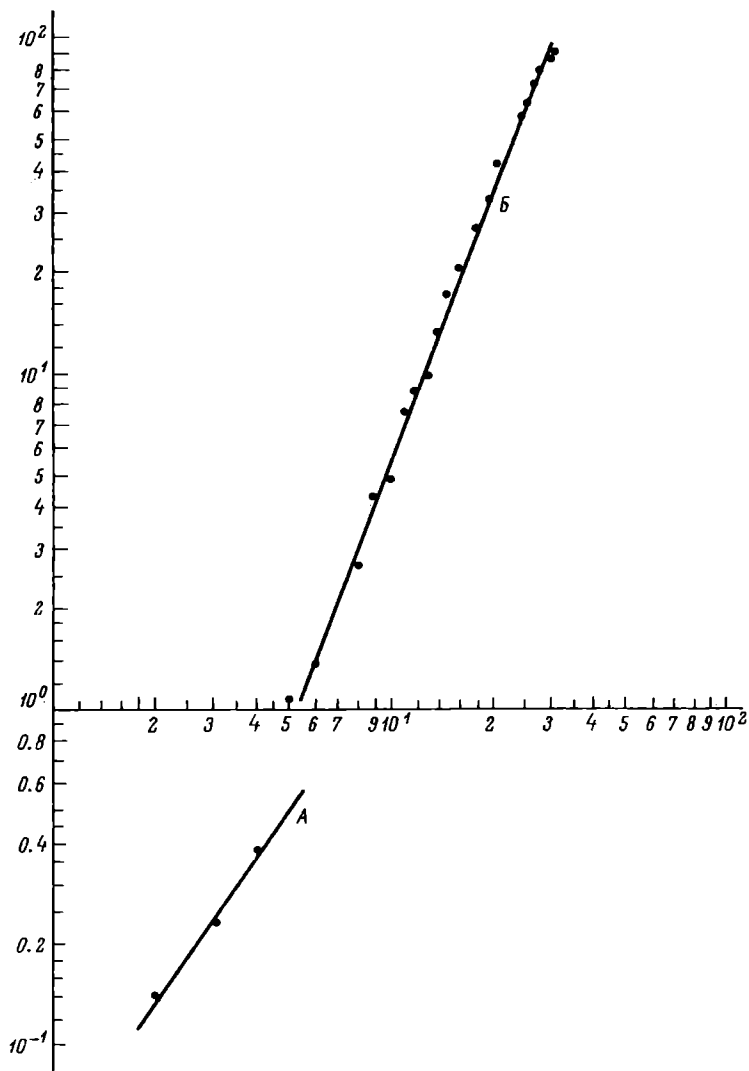
Связь между длиной растущего организма (l) и его весом (W) может быть передана уравнением $W = q l^b$, где q - константа, равная W при $l = 1$, характеризует форму тела и его плотность; b - константа, характеризующая изменение формы тела в процессе роста [1, 2, 4].

При росте с сохранением геометрического подобия, т.е. без изменения формы тела, $b = 3$. Если при росте форма меняется так, что отношение длины тела к весу снижается, то $b > 3$; если оно возрастает, то $b < 3$. По литературным данным [1, 3-5], величина коэффициента „ b “ в зависимости от видовых особенностей роста организмов и условий обитания данной популяции может изменяться в достаточно широких пределах - от 1.9 до 3.86. Е.В. Пастухова [5], представив номограмму *Chironomus plumosus* из Рузского водохранилища, отмечает также, что на разных стадиях онтогенеза происходит изменение характера связи

Число особей	Длина, мм	Средний вес особи, мг	Число особей	Длина, мм	Средний вес особи, мг
13	2.0	0.14	17	18.0	26.9
10	3.0	0.23	18	19.0	28.4
13	4.0	0.38	19	20.0	29.6
25	5.0	1.07	24	21.0	42.0
25	6.0	1.38	35	22.0	47.5
27	7.0	2.01	41	23.0	48.6
24	8.0	2.67	38	24.0	52.1
14	9.0	4.32	53	25.0	58.4
12	10.0	4.90	36	26.0	63.6
13	11.0	7.80	29	27.0	71.9
12	12.0	8.90	33	28.0	79.8
11	13.0	9.90	33	29.0	82.1
15	14.0	13.1	21	30.0	86.6
21	15.0	17.4	13	31.0	89.7
11	16.0	20.5	1	32.0	103.0
19	17.0	22.5			

длины и веса личинок. Отражение этого процесса - изменение tg угла наклона графика зависимости W от l . Для личинок I и II возрастов при $l \leq 5.5$ мм уравнение, характеризующее зависимость W от l , имеет вид: $W = 0.0908 l^{0.882 \pm 0.02}$, для III и IV возрастов при $l \geq 5.5$ мм - $W = 0.00234 l^{3.171 \pm 0.138}$

Объектом наших исследований был *Chironomus plumosus* собранный в оз. Бисерово в 1971-1975 гг. Средняя за годы исследований биомасса *Ch. plumosus* составила 11.6 г/м^2 при численности 655 экз./м^2 . Длина личинок, фиксированных 4%-м формалином, измерялась под биноклем МБС-1 при помощи окуляр-микрометра (увеличение 8×2). Взвешивание производилось на торсионных весах ВТ-500. Вес личинок младшего возраста (l до 5.5 мм) определяли взвешиванием не менее 10 экз. в одной навеске, личинок старшего возраста (l свыше 5.5 мм) - взвешиванием каждой особи в отдельности. Для данных по средней арифметической каждой размерной группы найден показатель точности, не превышающий 2.86%. Линейно-весовая зависимость для



Зависимость между длиной (l) и весом (W) личинок *Chi-ronomus plumosus* L., собранных в оз. Бисерово.

А - для $l \leq 5,5$ мм, Б - для $l \geq 5,5$ мм. По оси ординат вес, мг; по оси абсцисс - длина, мм.

Ch. plumosus установлена на основании измерений 676 экз. личинок длиной от 2 до 32 мм.

Расчеты зависимости $W = ql^b$ произведены отдельно для личинок младшего возраста ($l \leq 5.5$ мм) и для личинок старшего возраста ($l \geq 5.5$ мм).

Графический анализ наших данных показывает, что зависимость между логарифмом длины тела и логарифмом веса имеет вид прямой (см. рисунок). Представив уравнение $W = ql^b$ в виде $lg W = lg q + b lg l$ и обработав полученные данные по среднему весу личинок методом наименьших квадратов, мы получили величины коэффициентов q и b : для $l \leq 5.5$ мм $q = 0.0482$, $b = 1.48 \pm 0.106$, для $l \geq 5.5$ $q = 0.0133$, $b = 2.61 \pm 0.44$.

Характер связи между сырым весом и линейными размерами *Ch. plumosus* можно описать для личинок младшего возраста уравнением $W = 0.0482 l^{1.48 \pm 0.106}$ (коэффициент корреляции равен $+0.576$, $Mr = 0.386$), для личинок старшего возраста — $W = 0.0133 l^{2.61 \pm 0.044}$ (коэффициент корреляции равен $+0.974$, $Mr = 0.001$).

Коэффициент корреляции, полученный для зависимости размера и веса младших возрастных групп личинок *Ch. plumosus*, свидетельствует не об отсутствии связи между параметрами, а о малочисленности выборки. Уравнение $W = 0.482 l^{1.48 \pm 0.106}$ требует уточнения на более обширном материале. Тем не менее характер зависимости согласуется с данными Е.В. Пастуховой [5].

Уравнение $W = 0.0133 l^{2.61 \pm 0.044}$, отражающее связь веса и длины личинок *Ch. plumosus* старших возрастных групп, сравнимо с данными других авторов [1, 5].

Л и т е р а т у р а

1. Арабина И.П., Гаврилов С.И. Соотношение веса и размеров у представителей пресноводного бентоса. — Гидробиол. ж., 1967, т. 3, вып. 2, с. 71–73.
2. Винберг Г.Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных. — Успехи совр. биол., 1966, т. 61, № 2, с. 107–126.
3. Золотарева В.И. Размерно-весовая характеристика *Dreissena bugensis* Andr. из Запорожского водохранилища. — Гидробиол. ж., 1976, т. 12, вып. 1, с. 113–114.
4. Константинов А.С. Вес некоторых водных беспозвоночных как функция их линейных размеров. — Науч. докл. высшей школы, биол. науки, 1962, т. 3, с. 17–20.
5. Пастухова Е.В. Методика определения веса у личинок *Chironomus plumosus*. — Матер. II (X) заседа-

Всесоюзный научно-исследовательский
институт прудового рыбного хозяйства

УДК 591.69-7

В.Г. Д а в ы д о в

ТРОФИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПАРАЗИТОМ
И ХОЗЯИНОМ И РЕАКЦИЯ ЕГО ТКАНЕЙ НА ВНЕДРЕНИЕ
ПЛЕРОЦЕРКОИДОВ *TRIAENOPHORUS NODULOSUS*
(PALLAS, 1781)

Реактивные изменения тканей, возникающие под влиянием паразитов, — один из основных факторов, отражающих взаимоотношения в системе паразит-хозяин. В частности, личиночные формы цестод, среди которых большое число видов представлено тканевыми паразитами, вызывают образование специфических соединительнотканых капсул, обеспечивающих физиологическое равновесие между паразитом и хозяином [1, 2]. Известно, что при действии некоторых экстремальных факторов это равновесие может нарушаться, приводя к гибели хозяина. Поэтому изучение строения капсул, окружающих личиночные формы цестод, представляет несомненное значение для всесторонней оценки комплекса патологических взаимодействий паразитов. В то же время интенсивность развития капсул может служить показателем специфичности паразита к данному хозяину, степени их взаимной адаптации. У некоторых паразитов процессу инкапсуляции сопутствует период активного роста, развития и накопления питательных веществ [3, 7]. В литературе отсутствуют данные о динамике развития капсулы, начиная с внедрения паразита. В связи с этим нами была поставлена задача изучить последовательность тканевых реакций окуня на внедрение плероцеркоидов *Triaenophorus nodulosus*; кроме того, применяя гистохимические и автордиографические методики, определить распределение и количество питательных веществ между хозяином и паразитом на всех этапах формирования плероцеркоидов и капсул.

Материалом для исследования послужили выведенные в прудах базы Сунога окуньки-сеголетки, срок заражения которых был известен, а также окуни, отловленные в Рыбинском водохранилище. Гистологический материал окрашивался гематоксилин-эозином. Гистохимическое выявление гликогена осуществлялось при помощи PAS-реакции, РНК-пиронином с контролем рибонуклеазой. Липиды определялись осмированием. Способ получения радиоактивной метки у плероцеркоидов был следующим. Взвесь бактерий, выращенных на

среде с C^{14} карбонатом, вносилась в качестве питательного вещества в культуру дафний, которых выдерживали около суток, после чего скармливали окункам. C^{14} карбонат трансформировался в этой цепи организмов в различные соединения, которые поступали в ткани печени окуней и усваивались в качестве питательных веществ паразитами. Печень с плероцеркоидами фиксировалась Карнуа при O^0 и заливалась в парафин. Автографы готовились обычным способом.

Результаты гистологических и гистохимических исследований позволили выделить в формировании капсулы вокруг плероцеркоида 5 этапов.

Первый этап продолжается примерно до 7 дней от начала внедрения паразита в печень и характеризуется вначале отсутствием, а в последующем лишь незначительным воспалением. Клетки печени уплощаются, часть их некротизируется. Вокруг плероцеркоида наблюдаются незначительные скопления моноцитов, средних и больших лимфоцитов. Практически отсутствуют фибробласты. Паренхима паразитов содержит очень небольшое количество гликогена. Авторадиографическое изучение показало интенсивную радиоактивную метку как в печени, так и в теле плероцеркоидов.

Второй этап распространяется на срок от 7 до 20 дней. Плероцеркоиды окружаются плотным слоем клеток, в который входят лимфоциты различных стадий развития, лейкоциты и незначительное количество рассеянных в клеточной массе фибробластов. К концу этого этапа фибробластов становится гораздо больше. Они локализируются преимущественно на границе с печеночной тканью, где сливаются между собой. Гликогена в паразите выявляется значительно больше. Радиоактивная метка интенсивна в печени и паренхиме плероцеркоида, а также значительна в лейкоцитарно-лимфоидной клеточной массе.

Третий этап продолжается в пределах от 20 до 45 дней. Плероцеркоиды на протяжении этого этапа завершают свой морфогенез и в конце оказываются полностью сформированными. Лейкоцитарно-лимфоидные элементы формирующейся капсулы постепенно полностью замещаются фибробластическими, распределяющимися на 2 слоя. Наружный слой, прилегающий к ткани печени, состоит из удлиненных фибробластов, образующих ячеистый синцитий. Внутренний слой складывается из крупных, более или менее округлых фибробластов, плотно прилегающих друг к другу и активно делящихся митотически. В наружном и внутреннем слоях появляются адвентициальные клетки, формирующие кровеносные капилляры. Полость, ограниченная фибробластической капсулой, в которой лежит паразит, содержит рассеянные или собранные в плотные скопления лейкоцитарно-лимфоидные элементы, значительная часть которых подвергается лизису. В конце этого этапа слагающие внутренний слой фибробласты уменьшаются в размерах и вытягиваются, сохраняются лишь редкие крупные формы. Лейкоцитарно-лимфоидная масса полностью лизируется. Однако в этот период полость и стенка капсулы интен-

сивно инфильтрированы тучными клетками со значительной грануляцией. Паренхима паразита целиком заполняется гранулами гликогена. Обращает на себя внимание разница между незначительным количеством гликогена в печени и во много раз большем — в паразите. Только в прилегающих к капсуле участках печени часто наблюдаются значительные скопления гликогена. Лизированные остатки лейкоцитарно-лимфоидных элементов дают отчетливую реакцию на нейтральные мукополисахариды. Авторадиографические препараты показывают интенсивную радиоактивную метку в печени и по всей толще капсулы. В паренхиме печени метка распределена равномерно и с гораздо меньшей интенсивностью.

Четвертый этап распространяется на период от 1.5–4 месяцев и до 1–2 лет жизни плероцеркоидов в печени окуня. Паразиты закончили морфогенез, и на этом этапе наблюдается только увеличение их размера. Окружающие капсулы в типичных участках состоят из 3 слоев. Внутренний слой состоит из плотной бесструктурной массы, образующейся, по-видимому, при отмирании соединительнотканых элементов. В различных участках стенки капсулы он может иметь разную толщину или вовсе отсутствует. Промежуточный слой аналогичен по строению внутреннему слою предыдущего этапа развития. Внешний слой представлен рыхло расположенными коллагеновыми волокнами с небольшим количеством мелких фибробластов. Количество и локализация гликогена в печени и паразите не отличаются от описанных на предыдущем этапе. Все клеточные элементы капсулы дают интенсивную реакцию на РНК. В печени и капсуле не обнаружены липиды, и только область субтегумента плероцеркоидов содержит их значительное количество. Радиоактивная метка интенсивна в стенке капсулы и печени, в то время как в ткани паразита не обнаруживается.

На данном этапе развития капсулы и паразита был проведен опыт по голоданию окуньков-сеголетков, продолжавшийся 2.5 месяца. Результаты показали, что количество гликогена в паразите снизилось очень незначительно.

Пятый этап наблюдался у окуней в возрасте двух и более лет. В этот период большинство плероцеркоидов подвергается дегенерации. Капсула теряет клеточную структуру и полностью коллагенизируется. В полости, содержащей остатки тканей паразита, гликогена нет. Не содержат гликогена РНК и стенка капсулы. В последней локализовано большое количество липидов, располагающихся между рядами коллагеновых волокон.

Анализ полученных результатов позволяет заключить, что развитие воспалительной реакции при внедрении плероцеркоидов *T. nodulosus* в печень окуней и последующая инкапсуляция, сохраняя принципиальное сходство с реактивными изменениями в тканях рыб на инородное тело [5], имеют существенные отличия. К ним относятся замедление примерно в 7–10 раз всех этапов этого процесса, иммобилизация защитных реакций организма хозяина и нормальное существование паразита после окружения соединительнотканой

капсулой, свидетельствующее об установившемся физиологическом равновесии. Однако реактивность тканей хозяина в некоторых случаях выражена значительно сильнее, что приводит к заболеваниям и даже гибели рыб. Это подтверждается на примере заражения

T. nodulosus радужной форели из прудовых хозяйств [8], где адаптация хозяина к паразиту еще не выработалась и система паразит-хозяин сложилась сравнительно недавно. Интересным представляется инфильтрация полости и стенки капсулы тучными клетками после подавления лейкоцитарно-лимфоидных элементов. По нашему мнению, это свидетельствует о продолжении активных защитных реакций организма хозяина. В настоящее время признается [4, 6], что секретируемый тучными клетками гепарин обладает значительной полифункциональностью, в частности связывает и выводит биологически активные вещества. Рядом исследований [2] установлено, что паразиты способны выделить ряд специфических экзометаболитов, против которых, вероятно, и направлена деятельность обнаруженных тучных клеток. Гистохимические и автордиографические исследования показали, что активное поглощение и накопление питательных веществ наблюдаются в период наиболее выраженных воспалительных реакций и капсулообразования. Очевидно, это связано с ростом и морфогенезом плероцеркоидов. Сформированный паразит перестает активно потреблять и накапливать питательные вещества. Однако стенка капсулы остается физиологически активной, о чем свидетельствует интенсивная реакция ее структур на РНК и присутствие радиоактивной метки. О прекращении активного питания свидетельствуют и опыты с голоданием хозяина, которое приводит лишь к незначительной потере гликогена плероцеркоидами. Дегенерация *T. nodulosus* связана, по всей видимости, с его естественным старением, а образующаяся плотная коллагеновая капсула изолирует некротизированный участок. Липиды, обнаруженные в большом количестве в стенке этой капсулы, вероятно, образовались в результате жирового перерождения дегенерирующих паразитов и экскретируются из некротической полости.

Таким образом, на интенсивность питания плероцеркоидов *T. nodulosus* не влияет наличие воспалительной реакции и процесс инкапсуляции. Активное поглощение питательных веществ связано лишь с ростом и развитием паразита. Подобные отношения доказывают высокую степень адаптированности в результате длительной совместной эволюции *T. nodulosus* и его хозяина окуня.

Л и т е р а т у р а

1. Березанцев Ю.И. Инкапсуляция личинок паразитических нематод и цестод в тканях позвоночных как форма взаимоотношений паразита и хозяина. — Автореф. дис., Л., 1964. 30 с.
2. Березанцев Ю.И. Подавление воспалительной клеточной реакции личинками гельминтов и специфичность их инкапсу-

ляшин в тканях хозяев. - ДАН СССР, 1975, т. 220, № 1, с. 227-229.

3. Д а в ы д о в В.Г. Запасные питательные вещества на всех фазах жизненного цикла цестоды *Triaenophorus nodulosus*. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1974, № 33, с. 17-20.
4. Е л и с е е в В.Г. Соединительная ткань. М., 1961. 232 с.
5. З а в а р з и н А.А. К сравнительной гистологии крови и соединительной ткани. XIV. О воспалительном новообразовании соединительной ткани у рыб. - Избр. тр. , М.-Л., 1953, с. 173-216.
6. З а в а р з и н А.А. Основы частной цитологии и сравнительной гистологии многоклеточных животных. Л., 1976. 410 с.
7. К у п е р м а н Б.И. Ленточные черви рода *Triaenophorus* - паразиты рыб. Л., 1973. 207 с.
8. Л о п у х и н а А.М. Влияние заражения ленточным червем *Triaenophorus nodulosus* на организм рыб. - Автореф. дис., Л., 1966. 20 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.622

В.В. Кузьмина, Н.Б. Лисицкая,
С.Н. Половкова, Н.И. Силкина,
А.И. Баканов

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ КОРМОВЫХ ОБЪЕКТОВ РЫБ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В последнее время в практике гидробиологических исследований широкое распространение получил энергетический принцип изучения трофических связей в водоемах. При этом особое значение приобретают данные по биохимическому составу водных организмов. Гидробионты, населяющие Рыбинское водохранилище, в этом отношении совершенно не исследованы.

Цель работы - изучение биохимического состава некоторых кормовых объектов рыб Волжского плеса Рыбинского водохранилища.

Работа проведена летом 1977 г. Объектами исследований служили: молодь леща - *Abramis brama orientalis* (Berg.), плотвы - *Rutilus rutilus* (L.), уклей - *Alburnus alburnus* (L.), окуня - *Perca fluviatilis* L., представители бентоса - хирономиды (более 90% *Chironomus plumosus* L.), олигохеты - тубифициды (доминирующий вид *Limnodrilus hoffmei* - *steri* Clap.), дрейссена - *Dreissena polymorpha* (Pall.),

прудовик - *Limnaea stagnalis* (L.); зоопланктон из пелагиали - *Bosmina longispina* Leudig, *B. coregoni* (Baird.), *Heterocope appendiculata* (G. Sars), *Daphnia longispina* Müll., *D. cucullata* (G. Sars), Copepodit; из зоны защищенного побережья *D. pulex* (de Greer), Nauplii, *Chaoborus* sp., *Chydorus spaericus* (Müll.), Copepodit, *D. longispina* Müll., *Mesocyclops leuckarti* Claus., *Eudiaptomus gracilis* (G. Sars), *Cyclops vicinus* Ulan. Зоопланктон пелагиали на 70.2% по биомассе состоит из *B. longispina* (42.5%) и *B. coregoni* (27.7%), остальные виды составляли приблизительно по 5%, прибрежный зоопланктон - на 85% из *D. pulex*, остальные виды - от 3% до долей процента. Одновременно исследовали, как правило, 5-10 суммарных проб одного состава; моллюсков и рыб изучали индивидуально. Всего обработано 245 проб. Использовали исключительно живой материал. Содержание воды и сухого вещества определяли по стандартной методике путем высушивания объекта в сушильном шкафу при температуре 103° , количество золы и органического вещества - сжиганием сухого остатка в муфельной печи при температуре $400-450^{\circ}$, концентрацию гликогена - по методу Зейфтера и др. [6] с очисткой проб по Бранду [3], содержание липидов - по методу Фолча и др. [5], количество белков - расчетным способом.

Результаты определений (см. таблицу) свидетельствуют о разной степени изменчивости отдельных показателей у исследованных объектов. Это относится и к средним значениям (видовые особенности) и к величинам, характеризующим амплитуду колебаний (внутрипопуляционная вариабельность). Установлено, что изъятие скелета значительно влияет на получаемые результаты: концентрация гликогена во всем организме рыб в 6 раз ниже ($0.05 \pm 0.005\%$, колебания $0.03-0.08\%$), чем в мышцах; содержание сухого вещества у моллюсков с удаленной раковиной (на примере дрейссены) в 4.5 раза ниже, чем у особей с неповрежденной раковиной ($34.4 \pm 1.8\%$, колебания $28.6-41.0\%$). Кроме того, необходимо подчеркнуть, что различия в содержании органического вещества при расчете на единицу сырого веса больше, чем при расчете на единицу сухого веса. Последнее особенно важно, поскольку общепринятые расчеты содержания энергетических компонентов и эквивалентов кормовых объектов рыб на единицу сухого вещества без учета его содержания в пробе нивелируют результаты.

В заключение следует отметить, что полученные результаты близки к данным других исследователей. Исключение составляют только показатели содержания углеводов и жиров, что, по-видимому, объясняется методическими различиями. Известно, что применяемый нами метод Фолча позволяет наиболее полно экстрагировать тканевые липиды. Так, сравнение фракционного состава липидов, выделенных из сырых тканей при помощи методов Сокслета и Фолча, показало, что в первом случае выделяется незначительное количество (10-35% в зависимости от используемых растворителей) холе-

Биохимический состав кормовых объектов рыб Рыбинского водохранилища

Вид	Содержание основных компонентов, % сырого веса						
	вода	сухое вещество	зола	органические вещества	гликоген	липиды	белок
Зоопланктон: из прибрежья	89.5 ± 1.1	10.5 ± 1.1	-	-	1.1 ± 0.06	5.0 ± 0.4	-
	87.5 - 92.4	7.6 - 12.5			0.64-1.49	3.32 - 8.12	
	90.1 ± 1.1	9.9 ± 1.1	14.3 ± 1.2* (1.4)	85.7 ± 1.2* (8.5)	0.2 ± 0.08	2.6 ± 0.1	
Хирономиды	85.5 - 93.0	7.0 - 14.5	10.2 - 19.6	80.4 - 89.8	0.02 - 0.87	2.30 - 2.88	5.7
	87.2 ± 2.0	12.8 ± 2.0	9.0 ± 0.8* (1.2)	91.0 ± 0.8* (11.6)	0.3 ± 0.03	4.1 ± 0.2	
Олигохеты	85.2 - 89.2	10.8 - 14.8	7.8 - 10.4	89.6 - 92.2	0.24 - 0.43	1.18 - 7.40	7.2
	82.5 ± 1.3	17.5 ± 1.3	11.2 ± 1.6* (1.9)	88.8 ± 1.6* (15.1)	0.7 ± 0.08	4.5 ± 0.1	
	77.3 - 86.6	13.4 - 22.7	5.1 - 16.5	83.5 - 94.9	0.28 - 1.12	2.17 - 8.14	10.4
Дрейссена (без раковины)	92.5 ± 0.8	7.5 ± 0.8	9.9 ± 1.2* (0.7)	90.1 ± 1.2* (6.8)	0.4 ± 0.1	3.4 ± 0.5	3.1
	89.4 - 94.2	5.8 - 10.6	7.4 - 10.5	89.5 - 92.6	0.12 - 0.93	1.56 - 4.60	
Прудовик (без раковины)	81.5 ± 0.9	18.5 ± 0.9	9.2 ± 2.2* (1.7)	90.8 ± 2.2* (16.5)	0.8 ± 0.02	2.5 ± 0.4	13.5
	77.6 - 84.0	16.0 - 22.4	5.9 - 14.8	85.2 - 94.1	0.07 - 1.59	1.68 - 3.54	
Молодь рыб	84.5 ± 1.2	15.3 ± 1.2	12.3 ± 0.8* (2.0)	87.7 ± 0.8* (13.3)	0.3 ± 0.08	4.7 ± 0.3	8.5
	78.8 - 89.6	10.4 - 21.2	9.4 - 16.1	83.9 - 90.1	0.10 - 0.53	3.14 - 3.96	

П р и м е ч а н и е. Даны значения средней арифметической и стандартной ошибки среднего (звездочка - % сырого вещества, в скобках - % сырого вещества), рассчитанный по средним величинам; нижние цифры - амплитуда колебаний.

стерина, триглицеридов и особенно фосфолипидов [1]. Использование высушенного материала приводит к еще большим потерям липидов [2]. В результате оказывается, что имеющиеся в литературе сведения о содержании жира в большинстве случаев значительно (в 5-10 раз) занижены. Сопоставимы с нашими определениями лишь данные Фаркаша [4], обнаружившего у *Ceriodaphnia reticulata* 2.1% жира, у *Diaptomus gracilis* - 2.8%, у *Cyclops sp.* - 4.0-4.1%. Вследствие занижения количества липидов содержание углеводов, обычно определяемое расчетным методом, часто оказывается завышенным, особенно для видов, не имеющих хитина.

Таким образом, полученные результаты позволяют количественно охарактеризовать биохимический состав основных кормовых объектов рыб Рыбинского водохранилища, несколько меняют представление о содержании наиболее лабильных компонентов организма - гликогена и жира, а также свидетельствуют о возможности использования полученных данных при оценке биохимического состава организмов из других водоемов.

Л и т е р а т у р а

1. Лапин В.И., Чернова Е.Г. О методике экстракции жира из сырых тканей рыб. - Вopr. ихтиол., т. 10, вып. 4 (63), с. 753-756.
2. Blažka P. Bestimmung der Kohlenhydrate und Lipide. - Limnologica, 1966, Bd 4, H. 2, S. 403-407.
3. Brand Th. A rapid working micromodification of Pflügers glycogen method. - Skand. arch. physiol., 1936, Bd 75, N 1-2, S. 195-197.
4. Farkas T. Összehasonlító vizsgálatok alacsonyabb és magasabbrendű rakok kémiai összetételén. - Ann. Biol. Tihany, 1957-1958, t. 25, S. 179-186.
5. Folch J., A scoli I., Less M., Meath J.A., Le Baron F.N. Preparation of lipid extracts from brain tissue. - J. Biol. Chem., 1951, vol. 191, N 2, p. 833-841.
6. Seifter S., Dayton S., Novic B., Muntwyler E. The estimation of glycogen with the antrone reagent. - Arch. Biochem. Biophys., 1950, vol. 25, N 1, p. 191-194.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н.Н. Гусева

СТОК ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
В СТВОРЕ ПЛОТИНЫ
КУЙБЫШЕВСКОГО ГИДРОУЗЛА

До зарегулирования Волги изучение органического вещества проводилось в районе г. Куйбышева в 1952-1954 гг. [4], в нижнем бьефе Куйбышевского водохранилища - в первые годы (1958-1962) его возникновения [2-3]. Исследования, результаты которых рассматриваются в данном сообщении, были предприняты в 1966-1968 гг., на 10-12-м году существования водохранилища. Цель их состояла в том, чтобы проследить изменения содержания органического вещества по сравнению с первыми годами существования водохранилища и с рекой до зарегулирования.

Пробы воды отбирались в нижнем бьефе непосредственно под зданием гидроэлектростанции ежемесячно в течение года с поверхности. О содержании органического вещества в воде судили по перманганатной (ПО) и бихроматной (БО) окисляемости с последующим пересчетом на органическое вещество. Согласно Б.А. Скопинцеву [5], для приближенного расчета органического вещества по перманганатной окисляемости ее величину умножали на 2, по бихроматной - на 0.75. Определения окисляемости вели согласно общепринятой методике [1]. Для подсчета стока органического вещества использовали данные Тольяттинской гидрометобсерватории по расходу воды в створе гидроэлектростанции.

Исследования органического вещества в воде водохранилища в 1958-1959 гг. показали снижение его содержания по сравнению с незарегулированной рекой примерно в 1.2-1.3 раза (см. таблицу), несмотря на дополнительное обогащение воды органическим веществом, поступающим с затопленных площадей. Это снижение обусловлено, по-видимому, не только осаждением взвешенных веществ в водохранилище, но также выцветанием воды, коагуляцией взвешенного органического вещества, биологическими и другими процессами. Когда водохранилище сформировалось, содержание органического вещества стабилизировалось и составило в 1960-1962 гг. в среднем 16.5-17.9 мг/л (по ПО).

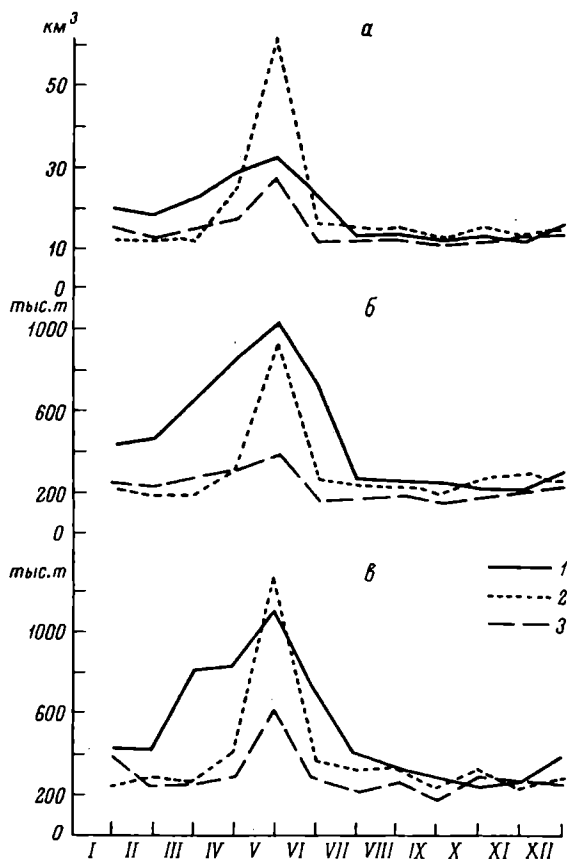
В 1966-1968 гг. содержание и вынос органического вещества из водохранилища по сравнению с 1960-1962 гг. повысились. Наиболее отчетливо это видно в отношении органического вещества, рассчитанного по БО. Среднегодовой вынос его в нижний бьеф за этот период по сравнению с 1958-1962 гг. увеличился примерно в 1.2 раза, концентрация - в 1.3 раза. Однако эти показатели были ниже, чем в реке до зарегулирования.

В отдельные годы концентрация и сток органического вещества изменялись в зависимости от водности. В многоводном 1966 г. сток органического вещества по БО был выше, чем в средневодном

Многолетние изменения концентрации и стока органического вещества в нижнем бьефе
Куйбышевского гидроузла

Химический показатель	До зарегулирования (1952-1953 гг.)	После зарегулирования				
		1958-1958 гг.	1960-1962 гг.	1966 г.	1967 г.	1968 г.
Средняя за 1966-1968 гг.						
Перманганатная окисляемость (ПО), мг О/л	10.9	8.8	8.2	11.6	7.6	8.0
Органическое вещество по ПО, мг/л	21.8	17.6	16.5	23.3	15.2	16.0
тыс. т	5506	4382	3750	5530	2563	3490
Бихроматная окисляемость (БО), мг О/л	29.1	23.5	23.8	36.0	27.9	27.8
Органическое вещество по БО, мг/л	21.8	17.6	17.9	27.0	20.9	20.9
тыс. т	5506	4382	4063	6223	3532	4632
ПО/БО, %	37	37	34	32	27	28
						29

П р и м е ч а н и е. Величины окисляемости и концентрации органического вещества (мг/л) представлены среднегодовыми данными, сток органического вещества (тыс. т) - суммарно за год, исходя из месячных данных.



Колебания годового стока воды (км^3) и органического вещества (тыс. т) в нижнем бьефе Куйбышевского гидроузла.

а - водный сток, б - органическое вещество по ПО, в - органическое вещество по БО. 1 - 1966 г., 2 - 1967 г., 3 - 1968 г.

1968 г. и маловодном 1967 г. примерно в 1.3-1.8 раза, концентрация - в 1.3-1.5 раза. Количество сбрасываемых в нижний бьеф органических веществ в 1966 г. по сравнению с периодом первых лет (1958-1959 и 1960-1962 гг.) возросло в 1.3-1.5 раза и оказалось выше, чем в реке до зарегулирования. В годы с меньшей водностью (1967, 1968) величина стока была ниже, чем в реке до зарегулирования примерно в 1.3-1.5 раза (см. таблицу).

Среднегодовое количество органического вещества по ПО в нижнем бьефе водохранилища в 1966-1968 гг. было близким к периоду стабилизации водохранилища (1960-1962), но в 1.2-1.4 раза

ниже, чем в годы его формирования (1958–1959) и в реке до зарегулирования. В зависимости от водного стока в отдельные годы эти соотношения менялись, но в менее выраженной форме, чем по БО.

Изменения содержания и стока органического вещества выявились и в сезонном аспекте (см. рисунок). В 1966 г. с ранним и продолжительным половодьем (апрель–июнь) вынос органического вещества (по ПО) составил примерно 50% от его годовой величины, в то время как в маловодный (1967) и средневодный (1968) год с менее продолжительным весенним паводком (апрель–май) его вынос составил примерно 30–35 % от общей годовой величины. Максимальная величина стока органического вещества для всех лет приходится на май, что соответствует величине водного стока. Примерно так же происходят изменения в стоке органического вещества, рассчитанного по БО. С падением уровня воды вынос органического вещества снижался и снова возрастал в сентябре–октябре, что, по-видимому, является следствием осеннего цветения и выноса органического вещества из придонных горизонтов и донных отложений в период ветрового перемешивания. Более заметно это выявилось для БО в 1967–1968 гг.

Таким образом, после 10–12 лет существования водохранилища концентрация и сток органического вещества увеличились примерно в 1,2 раза по сравнению с тем, что наблюдалось в первые годы, но были ниже, чем в реке до зарегулирования. Это увеличение, видимо, связано с усилением интенсивности внутриводоемных процессов, что привело к накоплению органического вещества в илах за счет осаждающихся продуктов фотосинтеза, распада планктонных и бентосных организмов, а также аллохтонного стока. Как известно, о качественных изменениях органического вещества можно судить также по отношению $\frac{ПО}{БО}$. При этом величина отношения $\frac{ПО}{БО}$ ниже 30% характерна для вод с органическим веществом преимущественно планктонного происхождения, выше 30% – для окрашенных вод теригенного происхождения [5]. В годы наших исследований (1966–1968) величина отношения $\frac{ПО}{БО}$ изменялась в пределах 27–32% против 34–37% в первые годы (1958–1962), что свидетельствует о возрастании значения в этот период автохтонного органического вещества.

Содержание и сток органического вещества по ПО в 1966–1968 гг. сравнительно близки к показателям первых лет стабилизации водохранилища. Это свидетельствует о сходных условиях формирования органического вещества, приносимого основными притоками.

1. А л е к и н О.А. Химический анализ вод суши. Л., 1954. 199 с.
2. Г у с е в а Н.Н. О химизме воды Волги в нижнем бьефе Волжской ГЭС им. В.И. Ленина. – В кн.: Продуцирование и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. М.–Л., 1966, с. 70–73.
3. Г у с е в а Н.Н., М а к с и м о в а М.Н. Органическое вещество Куйбышевского водохранилища в период становления и стабилизации его гидрохимического режима. – Тез. докл. 1-й конф. по изуч. водоемов бас. Волги. „Волга-1“, Тольятти, 1968, с. 22–23.
4. К о л о с о в а Н.Н., К о л о с о в а Н.Н. О стоке органического вещества р. Волги. – Тр. Куйбышевск. мед. ин-та, 1957, т. 7, с. 105–111.
5. С к о л и н ц е в Б.А. О соотношении между кислородом окисляемости и органическим углеродом и общим содержанием органического вещества в природных водах. – Гидрохим. матер., 1950, т. 18, с. 57–58.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.583.08

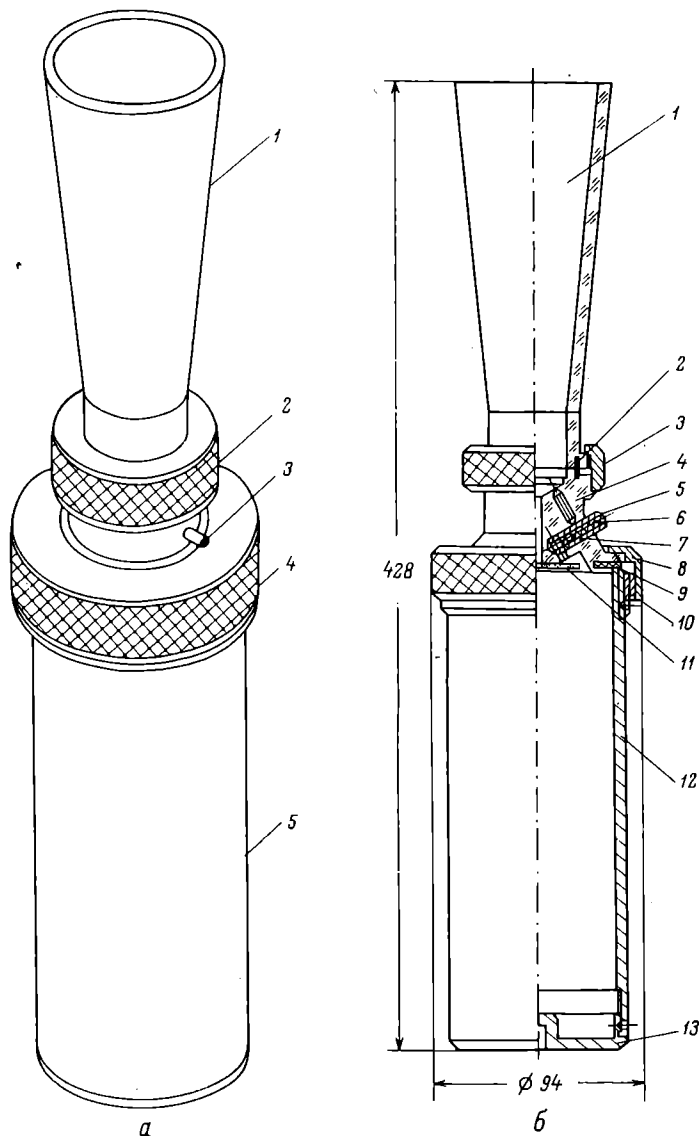
И.М. Б а л о н о в

ПОРТАТИВНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА

Наиболее распространенный и удобный метод концентрирования планктонных организмов – фильтрование через мембранные фильтры. Он позволяет концентрировать пробу в 200 раз [2]. Основной вариант прибора, применяемого для этих целей, состоит из воронки, колбы Бунзена и насоса Комовского [1, 3, 4]. Недостатки этой установки: значительный вес (16.5 кг), громоздкость, хрупкость стеклянной колбы, обуславливающие неудобство использования ее в экспедиционных условиях.

Эти недостатки устранены в предложенном портативном приборе. В нем полностью сохранены основная схема и принцип действия прототипа, но использована новая, удобная в компоновке, конструкция отдельных частей.

Прибор состоит из дюралевого покрытого лаком стакана (5) и модернизированной конической фильтровальной воронки из органичес-



Портативный прибор для концентрирования фитопланктона.

а – общий вид: 1 – фильтровальная воронка, 2 – гайка воронки, 3 – пат-
рубок клапана, 4 – гайка стакана, 5 – стакан. б – устройство прибора:
1 – сечение конуса фильтровальной воронки, 2 – штырь, 3 – сечение
гайки воронки, 4 – сечение корпуса фильтровальной воронки, 5 – сече-
ние патрубку, 6 – пружина клапана, 7 – шарик клапана, 8 – сечение
гайки монтажной, 9 – резиновая прокладка, 10 – резьбовая насадка,
11 – диафрагма, 12 – сечение стакана, 13 – дно стакана.

кого стекла (1). Основные части соединяются друг с другом гайкой цилиндра (4). Насос присоединяется к патрубку (3), вмонтированному в корпус воронки (см. рисунок, а).

При транспортировке воронка переворачивается и фиксируется в стакане. Таким образом длина прибора уменьшается в 2 раза, а наиболее хрупкая часть его становится надежно защищенной. В рабочем положении фильтровальная воронка крепится на стакане (см. рисунок, б). Монтаж осуществляется гайкой стакана (8) и занимает менее 20 с. Для создания вакуума наиболее рационально применение насоса от мотороллера или велосипеда, который имеет небольшой вес и размеры. Возможно использование насосов других систем, что обусловлено конструкцией патрубка, в корпус которого вмонтирован регулируемый пружиной (6) шариковый клапан (7). Закрепленная в днище воронки диафрагма (11) предохраняет насос от попадания воды. Герметичность системы обеспечивается резиновой прокладкой (9) на днище воронки.

Вес прибора вместе с насосом от мотороллера не превышает 1260 г, а размеры в собранном состоянии – 233 x 94 мм. Прибор рассчитан на одноразовое фильтрование 750 мл воды. После чего фильтрат сливается из стакана. При необходимости фильтрования проб меньшего объема, что часто используется при микробиологических исследованиях, линейные размеры упаковки могут быть уменьшены. Изготовление в этом случае воронки из металла позволит стерилизовать автоклавированием весь прибор. Однако резиновая прокладка (9) должна быть изготовлена из термостойкой листовой резины, а температура горячего пара при автоклавировании не должна превышать 140°.

Днище стакана снабжено резьбовым соединением (13), с помощью которого вся установка может быть зафиксирована винтом на столе или ящике. Это предохраняет прибор от падения и позволяет вести работу даже в штормовую погоду.

По сравнению с прототипом – широко используемой фильтровальной установкой, предложенный прибор более портативен и удобен для работы в экспедиционных условиях.

Портативный прибор для фильтрации планктона был изготовлен в мастерской Института биологии внутренних вод АН СССР и на протяжении 3 лет испытания показал высокую практичность и хорошие рабочие качества.

Л и т е р а т у р а

1. Г у с е в а К.А. Методы эколого-физиологического исследования водорослей. – В кн.: Жизнь пресных вод СССР. М.–Л., 1956, т. 4, ч. 1, с. 122–159.
2. Г у с е в а К.А. К методике учета фитопланктона. – Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, вып. 2 (5), с. 44–51.
3. К и с е л е в И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л., 1969, т. 1. 658 с.

4. Кузьмин Г.В. Фитопланктон. — В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975, с. 73-87.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 591.69-7.08

Т.И. Жарикова

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АММИАЧНЫХ ВАНН С ЦЕЛЬЮ ОСВОБОЖДЕНИЯ РЫБ ОТ ДАКТИЛОГИРУСОВ

В настоящее время одним из наиболее часто применяемых средств борьбы с дактилогирозом служит раствор аммиака [1-3]. Однако не всегда проведение рыб через аммиачные ванны дает положительный эффект, т.е. полную гибель всех дактилогирусов при нормальном состоянии рыбы.

В ходе экспериментов по использованию аммиака для освобождения рыб от этих гельминтов нами получены данные, которые позволили усовершенствовать исходную методику.

В опытах применялся 0,04%-й раствор аммиака, использовались сеголетки карпов, средняя интенсивность заражения которых *Dactylogyrus extensus*, *D. anchoratus*, *D. achmerowi* 360 экз. на 1 рыбу, а также изолированные от жабр черви, помещенные в солонки.

Было установлено, что в растворе аммиака двигательная активность изолированных от жабр дактилогирусов в первый момент возрастает, затем резко падает, и черви впадают в неподвижное состояние, которое мы условно назвали стадией покоя. Находясь в неподвижном состоянии, дактилогирусы не реагируют на внешние раздражения, такие, например, как уколы иглой. Переход в стадию покоя сопровождается укорочением и сжатием тела червей. Если дактилогирусы, находящиеся в подвижном состоянии, продолжают оставаться в растворе аммиака, то через определенное для каждого вида время на теле червей появляется характерная поперечная перетяжка. Здесь происходит разрыв кутикулы, тело гельминта деформируется, и он погибает.

Таким образом, появление поперечной перетяжки на теле дактилогирусов предшествует гибели червей и свидетельствует о необратимых изменениях в организме гельминтов, происшедших под влиянием аммиака. Дактилогирусы, находящиеся в стадии покоя и перенесенные из раствора аммиака в обыкновенную воду до появления на теле поперечной перетяжки, способны выходить из неподвижного состояния и вновь активизироваться.

Результаты опытов по освобождению карпов от дактилогирусов с помощью аммиачных ванн

Концентрация аммиака, %	Температура, °С	Время экспозиции в растворе аммиака, мин	Время экспозиции в воде, мин	Число повторностей	Результаты
0.04	10	4	4-5	4	Полное освобождение от дактилогирусов
0.04	15	3	3-5	4	То же
0.04	21	2	3-5	4	" "

Подобные результаты получены и в опытах с не изолированными от жабр червями. Для наблюдения за состоянием дактилогирусов в этом случае карпы, пробывшие определенное время в растворе аммиака, не вскрывались, а у них с жабр пипеткой бралась слизь, которая затем просматривалась под биноклем. В слизи оказывалось достаточное количество червей, по состоянию которых определялось, как действует аммиак на паразитов при данном времени экспозиции и температуре. Если в слизи находились неподвижные дактилогирусы, не имеющие на теле поперечной перетяжки, которая, как указывалось выше, является критерием гибели червей, время пребывания карпов в растворе аммиака увеличивалось. Однако по мере увеличения времени экспозиции ухудшается состояние рыбы и она гибнет. В то же время на жабрах еще остаются живые дактилогирусы.

Положительного терапевтического эффекта, т.е. полной гибели всех червей при нормальном состоянии рыбы, удалось добиться при чередовании содержания карпов в растворе аммиака с последующим их пребыванием в обыкновенной воде и так до полного освобождения рыб от дактилогирусов (см. таблицу). Контроль за состоянием червей проводился с помощью взятия проб слизи с жабр пипеткой и анализа ее под биноклем.

Итак, при проведении лечебных мероприятий с целью освобождения рыб от дактилогирусов для достижения полного терапевтического эффекта рекомендуется во избежание губительного воздействия аммиака на обрабатываемых рыб чередовать пропускание их через аммиачные ванны с пребыванием в обыкновенной воде до полной гибели всех дактилогирусов. Такое последовательное чередование (раствор аммиака-вода) позволяет увеличить время экспозиции в растворе аммиака без летального исхода для рыб.

В целях экономии времени и количества исследуемых рыб вскрытие для контроля за состоянием дактилогирусов можно заменить взятием слизи с жабр пипеткой с последующим ее просмотром под бинокуляром.

Для подбора оптимального времени экспозиции рыб в растворе аммиака отличать дактилогирусов, находящихся в стадии покоя, из которой они могут выходить при нормальных условиях, от погибших червей, имеющих на теле поперечную перетяжку.

Л и т е р а т у р а

1. Бауер О.Н., Мусселиус В.А., Николаева В.М., Стрелков Ю.А. Ихтиопатология. М., 1977. 431 с.
2. Вербицкая И.Н., Гусева Н.В., Лаптев В.И., Мусселиус В.А. Основные болезни прудовых рыб. М., 1972. 70 с.
3. Изюмова Н.А., Маштаков А.В. О возможности освобождения леща (*Abramis brama*) и синца (*Abramis ballerus*) от моногеней с помощью аммиачных ванн. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1976, № 31, с. 40-41.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597-152.6

А.Г. Конобеев

К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ СМЕРТНОСТИ РЫБ НА ПЕРВОМ ГОДУ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПОКОЛЕНИЯ

В настоящее время накоплен обширный материал, посвященный проблеме количественной оценки темпов убыли особей в популяциях промысловых видов рыб. К сожалению, большинство известных методов связано с определением этой величины для промысловой части стада, В то же время проблемы прогнозирования вылова требуют оценки убыли и в младших возрастных группах.

Некоторые методы определения смертности икры и молоди, а также проблемы, стоящие перед этим направлением исследований, освещены в работе В.М. Борисова [2].

В этих условиях мы считаем целесообразным для первичных ориентировочных оценок темпов убыли особей в первый год жизни использовать некоторые косвенные показатели, в частности величину средней абсолютной индивидуальной плодовитости рыб.

В основу нашего подхода были положены широко известные положения о высокой смертности молоди [5, 7], о плодовитости как приспособлении к смертности икры и молоди, об исходной величине, определяющей численность поколения [3-6].

Мы попытались применить эти представления в модели Ф.И. Баранова [1]:

$$\frac{dN}{dt} = -ZN,$$

где dN/dt - элементарная убыль поколения за промежуток времени, равный dt , N - начальная численность поколения, Z - коэффициент общей мгновенной смертности. Предполагалось, что величина убыли в течение первого года существования поколения (Z_1) отличается от смертности в последующий период жизни (Z_2). Поскольку исходной численностью поколения является количество отложенной икры, которое можно выразить через произведение нерестовавших самок (N_q) на среднюю абсолютную плодовитость (E), то в интегральной форме модель Ф.И. Баранова [1] будет выглядеть следующим образом:

$$N_t = EN_q e^{-Z_1 - Z_2(t-1)},$$

где N_t - численность особей в возрасте t . В таком случае сумма коэффициентов общей смертности будет равна разнице логарифмов количества отложенной икры и численности особей в возрасте t .

$$Z_1 + Z_2(t-1) = \ln(EN_q) - \ln N_t.$$

Напомним далее, что модель Ф.И. Баранова была получена для равновесной популяции, т.е. для таких условий, когда возрастная структура остается из года в год постоянной.

Для простоты дальнейших рассуждений примем, что количество самок в предельном возрасте равно 1. Кроме того, чтобы избежать вопроса о дифференцировке смертности по полу, будем рассматривать выживание лишь самок. Так как первичное соотношение полов близко к 1:1, то лишь половина отложенной икры через ряд лет даст одну самку предельного возраста.

В этих условиях сумма коэффициентов смертности будет равна логарифму половины выметанной икры:

$$Z_1 + Z_2(t-1) = \ln(1/2 EN_q) - \ln 1 = \ln(1/2 EN_q).$$

Подберем ряд популяций с последовательно убывающим предельным возрастом, т.е. устремим предельный возраст к 1. Тогда по условиям модели на 1 самку предельного возраста будет выметана икра, по количеству равная средней абсолютной плодовитости.

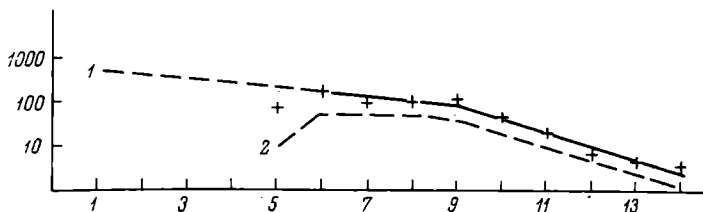


Рис. 1. Возрастная структура синца Рыбинского водохранилища из сетных уловов 1973 г.

1 - самцы и самки, 2 - самки. По оси ординат - численность, экз.; по оси абсцисс - возраст, годы.

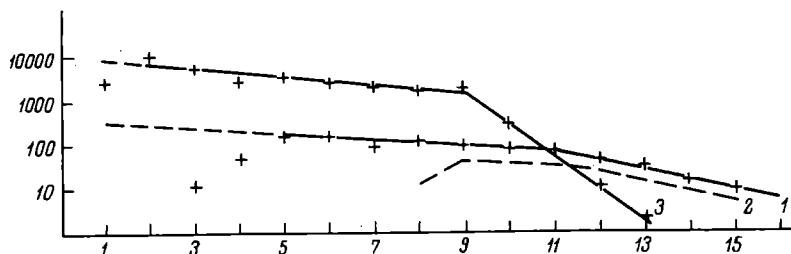


Рис. 2. Возрастная структура леща Рыбинского водохранилища из сетных уловов 1973 г. (1, 2) и оз. Ильмент (3).

1 - самцы и самки, 2 - самки. По оси ординат - численность, экз., по оси абсцисс - возраст, годы.

Так как нами рассматривается выживание лишь самок, то отсюда коэффициент общей смертности будет равен логарифму половины плодовитости, или

$$Z_1 = \ln(1/2 E),$$

т.е., используя представления о высокой смертности молоди и плодовитости как начальном звене пополнения, было получено количественное выражение вывода Г.В. Никольского [5] о том, что плодовитость является приспособлением к выживанию икры и молоди. Это в свою очередь дает возможность сделать еще один вывод - количество годовалых самок равно количеству нерестовавших самок:

$$N_1 = 1/2 E N_0 e^{-Z_1} = N_0.$$

Таким образом, использование исходных положений о смертности на первом году жизни и свойствах плодовитости в модели

Ф.И. Баранова [1] дало интересные результаты: 1) сумма коэффициентов общей смертности равна логарифму половины выметанной икры; 2) коэффициент общей смертности на первом году жизни равен логарифму половины средней абсолютной плодовитости; 3) количество годовалых самок равно количеству нерестовавших самок. Если первое достаточно очевидно, так как говорит лишь о неизбежной гибели появившихся особей, то второе и третье заключения требуют серьезных доказательств. Для подтверждения полученных результатов были использованы данные о возрастной структуре леща и синца Рыбинского водохранилища в сетных уловах.

В связи с тем, что получение достоверных данных о количестве годовиков и нерестовавших самок, как известно, чрезвычайно затруднено, мы были вынуждены пойти по пути расчета этих величин по имеющейся возрастной структуре.

По нашим расчетам, при условии соотношения полов 1 : 1 количество половозрелых самок леща оказалось равным 168 экз., синца - 287 экз. (рис. 1, 2). Для оценки количества годовиков были использованы 2 приема. Во-первых, экстраполировали кривую улова до возраста 1 год. Правомерность такой экстраполяции, по крайней мере до 2-летнего возраста, видна из работы П.В. Тюринна [9] по лещу оз. Ильмень (рис. 2). Во-вторых, по величине коэффициента общей смертности, найденного по методу П.В. Тюринна [8], определяли возможную численность годовиков. В первом случае при условии соотношения полов 1:1 количество годовалых самок леща оказалось равным 158 экз., синца - 250 экз., во втором - леща 125-200 экз., синца - 200-325 экз.

Таким образом, были получены весьма близкие соотношения количества зрелых самок и годовиков для 2 видов рыб. Безусловно реальность полученных связей плодовитости и смертности на основе видоизмененной модели Ф.И. Баранова требует более строгих доказательств и дальнейших исследований, но уже полученные результаты могут служить неплохой базой для ориентировочных расчетов. Прежде всего их можно использовать для восстановления возрастной структуры всего стада рыб.

Л и т е р а т у р а

1. Баранов Ф.И. Избранные труды. М., 1971. 304 с.
2. Борисов В.М. О методах определения естественной смертности рыб. - Тр. ВНИРО, 1972, т. 90, с. 171-181.
3. Дементьева Т.Ф., Марти Ю.Ю., Моисеев П.А. О закономерностях динамики популяций рыб. - Тр. совещ. по динамике численности рыб, 1961, вып. 13, с. 7-23.
4. Иоганзен Б.Г. Плодовитость рыб и определяющие ее факторы. - Вопр. ихтиол., 1955, вып. 3, с. 57-68.
5. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М., 1974. 447 с.

6. П о л я к о в Г.Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. М., 1975. 158 с.
7. С е в е р ц е в С.А. Динамика населения и приспособительная эволюция животных. М., 1941. 315 с.
8. Т ю р и н П.В. Фактор естественной смертности рыб и его значение при регулировании рыболовства. – Вопр. ихтиол., 1962, т. 2, вып. 3 (24), с. 403–427.
9. Т ю р и н П.В. „Нормальные“ кривые переживания и темпов смертности рыб как теоретическая основа регулирования рыболовства. – Изв. ГосНИОРХ, 1972, т. 71, с. 71–127.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.044

Р.В. Т у р с т о н, Г.А. В и н о г р а д о в,
В.Т. К о м о в, В.Е. М а т е й

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ЗНАЧЕНИЙ pH,
СОЛЕЙ АММОНИЯ И ОБЕССОЛИВАНИЯ
НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ, ОБМЕН НАТРИЯ
В ЖАБРАХ И УЛЬТРАСТРУКТУРУ ХЛОРИДНЫХ КЛЕТОК
У ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ. СООБЩЕНИЕ II

Активность сукцинатдегидрогеназы (СДГ) в жабрах при акклимации карасей к pH 5.0 значительно увеличивалась через 6 ч и достигала максимума через 12 ч от начала эксперимента. После 2 суток акклимации активность СДГ снижалась до исходных значений и в дальнейшем существенно не изменялась (рис. 1, а). Таким образом, фазе угнетения транспорта Na^+ в жабрах соответствовал период повышенной активности СДГ.

Иная картина наблюдалась в жабрах рыб, помещенных в дистиллированную воду. Скорость поглощения Na^+ из пресной воды, содержащей 10 мг/л NaCl , в процессе обессоливания постепенно уменьшалась и стабилизировалась на более низком уровне по сравнению с контролем. Активность СДГ также снижалась и через 2 суток составляла около 40% от начального значения. Известно, что энергия окислительного фосфорилирования может использоваться по нескольким каналам: синтез АТФ, механо-химические превращения, активный транспорт ионов, синтез белка [1]. Сопоставление результатов по изучению активности СДГ в жабрах при акклимации к низким значениям pH и обессоливанию показало, что увеличение метаболической активности при снижении pH связано с уменьшением активного транспорта Na^+ . Длительное выдерживание рыб в дистиллированной воде, как и закисление среды, приводило к снижению скорости общей потери Na^+ (рис. 1, а).

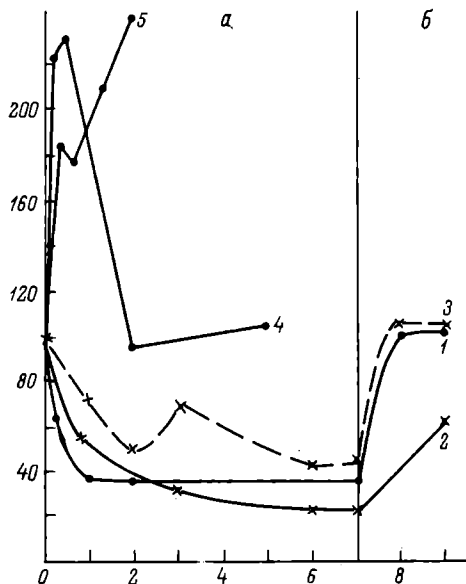


Рис. 1. Влияние низких pH, обессоливания и солей аммония на некоторые показатели метаболизма у карпов и карася.

а - акклимация, б - деакклимация. 1 - активность СДГ при обессоливании (каarp), 2 - скорость потери Na^+ при обессоливании (каarp), 3 - скорость поглощения Na^+ при обессоливании (каarp), 4 - активность СДГ в процессе акклимации к pH 5.0 (каarp), 5 - активность СДГ при воздействии $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 3 ммоль/л (каarp). По оси ординат - % от контроля; по оси абсцисс - время, сутки.

Концентрация Na^+ в крови у карпов при акклимации их к воде с pH 4.5 постепенно уменьшалась и становилась на 15 ммоль/л ниже, чем у контрольных (рис. 2). pH крови в течение первых суток акклимации снижалась, а затем увеличивалась, достигая постоянного значения. Таким образом, в результате акклимации рыб к кислой среде уменьшается содержание Na^+ в крови и увеличивается концентрация водородных ионов.

Исследования АТФ-азной активности в ткани жабр показали, что Na^+K^+ АТФ-аза составляет незначительную часть от общей АТФ-азной активности (рис. 3). В настоящее время считается, что активный транспорт Na^+ через клеточные мембраны обеспечивается функционированием Na^+K^+ насоса, в котором перенос K^+ в клетку против градиента концентрации и выведение Na^+ наружу осуществляются Na^+K^+ АТФ-азой, что хорошо объясняет существование ионных градиентов между клеткой и кровью. Однако поддержание ион-

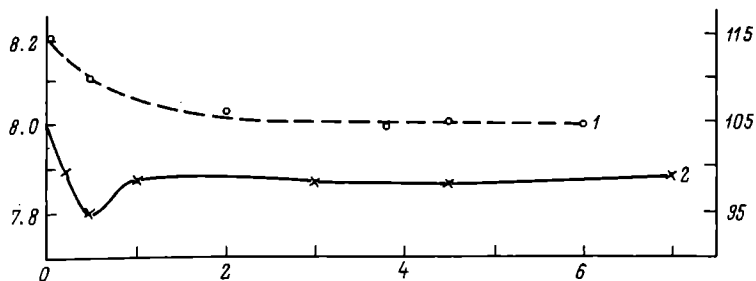


Рис. 2. Содержание Na^+ и pH крови у карпа при акклимации к pH 4.5.

1 - концентрация Na^+ , 2 - pH крови. По оси ординат: слева pH крови, справа - концентрация Na^+ в крови, ммоль/л; по оси абсцисс - время, сутки.

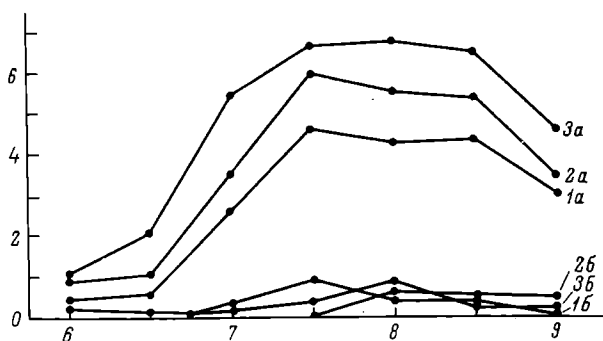


Рис. 3. АТФ-азная активность в жабрах караса при акклимации к pH 5.5.

а - строфантин нечувствительная составляющая АТФ-азной активности, б - Na^+K^+ АТФ-азная активность. 1 - контроль, 2 - 7 суток, 3 - 10 суток. По оси ординат - АТФ-азная активность, мкм/г ткани · ч; по оси абсцисс - pH инкубационной среды.

ной асимметрии между клетками жаберного эпителия и внешней средой, чрезвычайно бедной Na^+ и K^+ , трудно объяснить этим механизмом. В последние годы был предложен ряд гипотетических моделей трансцеллюлярного транспорта [5-7]. Мы полагаем, что для пресноводных рыб наиболее адекватна модель, предполагающая обмен H^+ или NH_4^+ на Na^+ из наружной среды [2, 4, 5].

По нашим данным, оптимум pH для Na^+K^+ АТФ-азы и строфантин нечувствительной АТФ-азы находился в пределах значений

pH от 7.5 до 8.5 и не изменялся при акклимации рыб к низким pH среды. Активность $\text{Na}^+ \text{K}^+$ АТФ-азы в процессе 10-дневной адаптации рыб к pH 5.5 оставалась постоянной. Строфантин нечувствительная составляющая общей АТФ-азной активности увеличивалась в процессе акклимации к закислению среды; достоверное изменение ее отмечалось через сутки после начала опыта.

В ряде работ было показано, что такие метаболиты, как NH_4^+ и HCO_3^- , от концентрации которых во многом зависит pH крови и внутриклеточное содержание ионов водорода, интенсивно экскретируются жабрами рыб [2, 3, 5]. Способность к абсорбции анионов принципиально не зависит от абсорбции катионов и коррелирует с экскрецией аммония и бикарбонатных ионов. Предполагается, что важное значение в трансэпителиальном переносе Na^+ через жаберы пресноводных рыб имеет обмен Na^+ на NH_4^+ .

В наших экспериментах изучалось влияние солей аммония $[\text{NH}_4\text{Cl}]$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ при различных pH среды на регуляцию обмена Na^+ у карася. Добавление солей аммония в воду (pH 7.6) до концентрации 2 ммоль/л (C_{50} - 48 ч) не вызывало достоверного угнетения транспорта Na^+ . В кислой среде (pH 5.5) караси переносили более высокие концентрации солей аммония, чем в нейтральной. Внесение солей аммония в аквариумы к рыбам, акклимированным в течение 2 и 7 суток к pH 5.5 и 4.5, до концентрации 5 и 10 ммоль/л не вызывало нарушения поглощения Na^+ . Исследование активности СДГ показало, что низкие концентрации $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (менее 1 ммоль/л) при pH 7.6 не влияли на активность этого фермента. В токсических концентрациях (3-5 ммоль/л) активность СДГ увеличилась и перед гибелью рыб достигала 250-300 % от начальной величины (рис. 1, а). АТФ-азная активность при этом не изменялась.

Концентрация Cl^- в крови у карасей, помещенных в воду с различным содержанием $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ вплоть до максимально переносимой, достоверно не отличалась от контроля.

Таким образом, снижение pH наружной среды вызывает фазные изменения ионного транспорта в жабрах и pH крови у рыб. Вслед за первоначальным подавлением транспорта Na^+ и закислением крови происходит частичная нормализация этих показателей. Активация ионотранспортирующих систем и механизмов, поддерживающих кислотно-щелочное равновесие, а также уменьшение проницаемости жаберного эпителия для Na^+ лежат в основе акклимации и обеспечивают длительное выживание рыб в кислой среде. Компенсаторный характер функционирования ионных насосов и систем, поддерживающих кислотно-щелочной баланс, особенно выражены в течение первых 2 суток акклимации. Для этой фазы характерны определенные морфо-функциональные перестройки хлоридных клеток, связанные, по-видимому, с усилением синтеза белка, и возрастание содержания СДГ в тканях. Вероятно, возрастание метаболической активности сопряжено не с увеличением транспорта Na^+ , а может рассматриваться как ответная неспецифическая реакция, направленная

на компенсацию повреждающего действия кислоты и солей аммония.

Общей чертой процессов адаптации к низким pH и обессоливанию является уменьшение проницаемости жаберного эпителия для Na .

Предполагается, что большое значение в осмотической регуляции у пресноводных рыб имеет строфантин нечувствительная АТФ-аза. Активность $\text{Na}^+ \text{K}^+$ АТФ-азы составляет незначительную часть от общей АТФ-азной активности жабр. Роль $\text{Na}^+ \text{K}^+$ АТФ-азы у пресноводных рыб ограничена, вероятно, регуляцией внутриклеточных отношений Na и K в жаберном эпителии.

Токсичность солей аммония не связана с нарушением осморегуляции у пресноводных рыб.

Л и т е р а т у р а

1. М о н а х о в Н.К. Сопряжение энергии окисления и мембранного транспорта. - В кн.: Механизмы интеграции клеточного обмена. Л., 1967, с. 260-308.
2. E v a n s D.H. Ionic exchange mechanisms in fish gills. - Compar. Biochem. physiol., 1975, vol. 51, p. 491-495.
3. G a r c i a - R o m e u F., M a e t z J, The mechanism sodium and chloride uptake by the gills of s fresh-water fish *Carassius auratus*. 1. Evidence for an independent uptake of sodium and chloride ions. - J. Gen. Physiol., 1964, vol. 47, N 7, p. 1195-1207.
4. M a e t z J. $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$, Na^+/H^+ exchanges and NH_3 movement across the gill of *Carassius auratus*. - J. Exptl. Biol., 1975, vol. 58, N 1, p. 255-275.
5. M o t a i s R., G a r c i a - R o m e u F. Transport mechanisms in teleostean gill and amphibian skin. - Ann. Rev. Physiol., 1972, vol. 34, p. 141-176.
6. U s s i n g H.H. Structure and function of epithelia. - In: Electrophysiology of epithelial cells. Stuttgart, 1971, p. 3-16.
7. U s s i n g H.H. Transepithelial potentials and ion transport. - In: Ion homeostasis of the brain. Copenhagen, 1971, p. 67-76.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

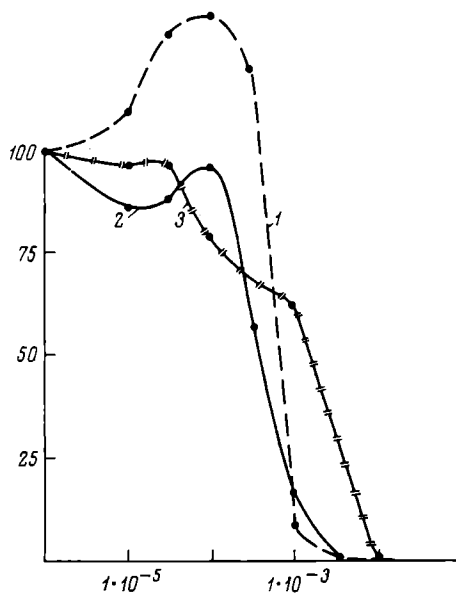
В.И. Романенко, Т. Джонсон,
В.Р. Микряков

К МЕТОДИКЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕТЕРОТРОФНОЙ АССИМИЛЯЦИИ CO_2 ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ БАКТЕРИЙ

Использование в сельском хозяйстве органо-минеральных химических соединений для борьбы с вредителями культурных растений во всех странах мира приняло громадные масштабы. Как правило, применяемые соединения оказывают специфическое воздействие на вредителей, но они могут прямо или косвенно влиять и на другие организмы, в частности на человека. Одни из них быстро разлагаются под воздействием микробов или физико-химических условий окружающей среды, другие могут длительное время циркулировать в природе. Так или иначе многие из применяемых препаратов с потоками воды попадают во внутренние водоемы и оказывают воздействие на гидробионтов и в первую очередь на микроорганизмы. Таким образом химические препараты могут оказывать влияние на круговорот веществ в водоемах, нарушая его естественный ход, стимулируя или подавляя отдельные процессы или изменяя их направленность. Поэтому исследования по воздействию отдельных токсикантов не только на высокоорганизованные организмы, но и на бактерии имеют важное значение.

При изучении воздействия токсических веществ на микроорганизмы чаще всего используются методы посева на жидкие или твердые питательные среды, в которые вносится исследуемый компонент [1]. О воздействии токсиканта судят по отсутствию прироста численности бактерий, образованию колоний или стерильных зон на пластинках агара. Последний способ особенно хорошо был отработан в области антибиотиков [2]. Сейчас для решения вопроса о воздействии пестицидов часто стали применяться препараты, в молекулы которых вводятся меченые атомы [4].

В настоящей работе мы попытались использовать для этой цели явление гетеротрофной ассимиляции CO_2 , которое подробно изучено ранее [3]. Сущность его заключается в том, что все микроорганизмы при развитии на органических средах ассимилируют небольшие порции CO_2 пропорционально приросту их биомассы. Применяя в экспериментах радиоактивный углерод ^{14}C в составе карбонатов, можно определить прирост бактерий и по нему судить о „самочувствии“ микроорганизмов. Для той же цели в принципе можно использовать и меченые ^{14}C органические соединения, но карбонаты хороши тем, что это биологически нейтральные продукты и в опытах можно использовать питательные среды с любыми органическими веществами.



Влияние различных концентраций формалина на развитие бактерий.

1 - *Bac. cereus*, 2 - *Ps. denitrificans*, 3 - *Bac. megaterium*. По оси ординат - ассимиляция углекислоты, % по отношению к контролю (проба без токсиканта); по оси абсцисс - концентрация формалина, весовые %.

В качестве токсических соединений нами были испытаны хлорофос (фосфорорганическое соединение - инсектицид), полихлорпинен (хлорорганическое соединение - иктионид), монурон (хлорорганическое соединение - альгоцид). В серию пробирок с трехкратной повторностью наливалась питательная среда - разбавленный в 10 раз водой мясо-пептонный бульон. С учетом объема жидкости в пробирках создавалась определенная концентрация токсиканта. В каждую пробирку вносили по 0.3 мл раствора радиоактивного карбоната, пробы заражались чистой культурой бактерий или водой из водоема, закрывались резиновыми пробками и инкубировались в термостате при 25°. Контролем служили пробы без токсиканта и зафиксированные в начале опыта формалином. Опыт прекращали в разные сроки в зависимости от развития бактерий в контроле, о чем судили путем визуального наблюдения. Чаще всего это было через сутки или спустя 8-12 ч. Содержимое пробирок фиксировали формалином и профильтровывали через мембранные фильтры, которые после высушивания обрабатывались слабым раствором соляной кислоты. Радиоактивность бактерий определялась под торцовым счетчиком Гейгера.

Т а б л и ц а 1

Воздействие хлорорганических пестицидов на развитие бактерий

Монурон				Полихлоринен (ПХП)					
конден- трация	P.S. fluorescens	микрофлора воды		концентрация		микрофлора воды		Ae. punctata	
		имп/мин	% от контро- ля	имп/мин	% от контро- ля	ПХП на спирте	этиловый спирт	ПХП на спирте, % от контро- ля	этиловый спирт, % от контро- ля
мг/л									
230	0	0	0	10000	15700	0	38	0	0.2
23	28	40	140	1000	1970	4050	1950	9	13.5
2.3	37	54	156	100	157	3950	4400	41	101
0.23	33 ?	49	124	10	15.7	4200	4400	85	103
0.023	57	83	210	1	1.57	3660	5860	129	100
0.0023	-	-	310	0.1	0.157	4100	4300	95	84
Контроль	69	100	420	0	0	4550	2700 ?	100	100

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2 вопросительный знак — цифровые данные вызывают сомнения, прочерк — анализ не производился.

Т а б л и ц а 2

Влияние хлорофоса и фосфора на развитие бактерий на жидкой питательной среде

Хлорофос					Na_2PO_3		
концентрация	<i>Ae. punctata</i>		микрофлора воды		Р, мкг/л	микрофлора воды	
мг/л	имп/мин	% от контроля	имп/мин	% от контроля		имп/мин	% от контроля
100	349	89	8405	123	12100	-	-
10	433	110	8264	121	1210	1350	68
1	407	103	8861	130	121	3150	159
0,1	227 ?	57 ?	7306	107	12,1	3603	182
0,01	517	131	7390	108	1,21	2730	138
0,001	365	93	7337	108	0,121	2280	115
Контроль	393	100	6812	100	0,012	2598	131
-	-	-	-	-	0,0012	1800	90
-	-	-	-	-	Контроль	1980	100

С тремя культурами бактерий были произведены предварительные эксперименты с заведомо известным ядом — формалином, который часто используется для фиксации организмов. Резкое подавление развития бактерий (см. рисунок) происходит при концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-2}\%$. В диапазоне $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-4}\%$ он или не оказывает воздействия или слегка стимулирует развитие микроорганизмов (*Bac. cereus*).

В опытах с монурином в качестве наивысшей концентрации использовался насыщенный водный раствор — 0,023%, который подавляет развитие бактерий. В более низких концентрациях он также снижает их развитие, лишь при содержании 0,0023 мг/л радиоактивность бактерий, помечившихся в процессе гетеротрофной ассимиляции CO_2 , приближается к контролю (табл. 1).

Полихлорпинен (ПХП) не растворим в воде, но хорошо растворяется в спирте. За исходную концентрацию нами был использован его насыщенный раствор на этаноле, соответствующие порции которого вносились в питательную среду вышеуказанного состава. Параллельно при всех прочих условиях ставился контроль с этиловым спир-

том. Содержание его, выраженное в весовых единицах, превышало в 1.5 раза количество пестицида. Лишь при очень высокой концентрации развитие бактерий в опыте и контроле подавлялось (табл. 1).

В целом ПХП оказывает слабое отрицательное воздействие на микроорганизмы воды и то лишь при большей концентрации. Представленные в абсолютных величинах цифры радиоактивности изменяются в пределах естественного колебания в развитии бактерий от пробирки к пробирке. Заметно некоторое негативное воздействие пестицида в эксперименте с культурой *Aeromonas punctata*. Результаты с культурой представлены в процентах к контролю, поскольку в рядах были взяты среды с разным содержанием карбоната. Как видно, ПХП слегка подавляет развитие культуры (табл. 1).

Эксперименты, проведенные с техническим хлорофосом, также свидетельствуют, что он оказывает слабое воздействие на развитие бактерий даже в больших концентрациях – до 100 мг/л.

Наблюдаемая небольшая стимуляция роста бактерий по сравнению с контролем может быть вызвана наличием фосфора. В концентрации 1 г/л хлорофос вызывает сильное подкисление среды, что может отрицательно повлиять на организмы в экспериментах, поэтому результат с этой концентрацией из опыта исключен. Как известно, данный инсектицид легко разрушается в природных условиях, при этом высвобождается фосфор. В одном из экспериментов нами было определено воздействие фосфата натрия на развитие бактерий в количестве, пропорциональном фосфору, который может освободиться в результате полного разрушения молекулы при данной концентрации. При содержании фосфора от 121 до 0.012 мкг/л он мог бы стимулировать развитие бактерий в 1.5–2 раза (табл. 2).

Таким образом, из испытанных пестицидов в экспериментальных условиях только монурон подавляет развитие бактерий. Другие фосфор- и хлорорганические пестициды в течение 6–10 генераций бактерий не оказывают на них какого-либо воздействия или влияние их выражено слабо. В тех случаях, когда в молекулу токсиканта входят биогенные элементы, при высвобождении они могут стимулировать микробиологические процессы в водоемах.

Л и т е р а т у р а

1. В е р н и ч е н к о А.А., Н е в з о р о в М.И. Влияние пропанида на ферментативную активность бактерий рода *Pseudomonas*. – В кн.: Экспериментальная водная токсикология. Рига, 1976, вып. 6, с. 30–41.
2. Е г о р о в Н.С. Основы учения об антибиотиках. М., 1964. 366 с.
3. Р о м а н е н к о В.И. Гетеротрофная ассимиляция углекислоты как индикатор развития бактерий. – ДАН СССР, 1966, т. 168, № 1, с. 195–198.

4. J c h s o n T.B., L u l v e s W. Biodegradation of di-n-butyl phthalate and di-2-ethylexyl phthalate in freshwater hydrtosoil. - J. Fish. Res. Board Canada, 1975, vol. 32, N 3, p. 333-339.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР,
Лаборатория пестицидов рыб,
Колумбия, США

ИНФОРМАЦИИ

Двадцать лет Куйбышевской биологической станции Института биологии внутренних вод АН СССР (С.М. Ляхов)	3
--	---

СООБЩЕНИЯ

А.В. И в а т и н . Микробиологическая характеристика Куйбышевского водохранилища	5
Е.П. Н и к и ф о р о в а , В.И. Р о м а н е н к о . Смена форм при развитии популяций бактерий на натуральной воде	9
А.К. С т о л б у н о в . Евтрофирующие факторы и микробальные процессы в Ивановском водохранилище	13
Е.Я. А н д р о с о в а . Альгологическая характеристика Куйбышевского водохранилища	17
<u>М.М. Камшилов</u> , Н.Л. Я г о д к а . Зависимость интенсивности деградации фенола от степени сложности модельных экосистем	20
В.И. А р т е м е н к о . Дополнение к флоре Шекснинского водохранилища	22
И.В. Д о в б н я . Зависимость фитомассы сообществ <i>Scirpus lacustris</i> и <i>Equisetum fluviatile</i> от их структуры и состава	23
А.Ф. Т и м о х и н а . Исследования зоопланктона Куйбышевского водохранилища в 1957-1976 гг.	28
Н.Д. Б о р о д и ч , С.М. Л я х о в . Зообентос Куйбышевского и Саратовского водохранилищ	32
И.И. Б р г о л е л о в а . Микроморфология пищевода <i>Camallanus lacustris</i> (Nematoda)	35
Р.Я. Б р а т ч и к , А.В. М о н а к о в . Некоторые особенности линьки листоногих раков (<i>Crustacea, Conchostraca</i>)	40
Н.Д. Б о р о д и ч . Распространение и некоторые черты биологии мизид в водохранилищах Средней и Нижней Волги	42
П.В. Т у з о в с к и й . Описание нимфы водяного клеща <i>Atractides rectipes</i> (Sokolow, 1934) (<i>Hygrobatidae, Acariformes</i>)	46
В.В. Ч е р н а в и н а . Размерно-весовая характеристика <i>Chironomus plumosus</i> L. из оз. Бисерово Московской обл.	50

В.Г. Д а в ы д о в. Трофические отношения между паразитом и хозяином и реакция его тканей на внедрение плероцеркондов <i>Trienophorus nodulosus</i> (Pallas, 1781).....	54
В.В. Ку з ь м и н а, Н.Б. Л и с и ц к а я, С.Н. П о л о в к о - в а, Н.И. С и л к и н а, А.И. Б а к а н о в. Биохимический состав некоторых кормовых объектов рыб Рыбинского водохранилища	58
Н.Н. Г у с е в а. Сток органического вещества в створе плотины Куйбышевского гидроузла	62
И.М. Б а л о н о в. Портативный прибор для концентрирования фитопланктона	66
Т.И. Ж а р и к о в а. К вопросу об использовании аммиачных ванн с целью освобождения рыб от дактилогирiusов	69
А.Г. К о н о б е е в. К методике оценки смертности рыб на первом году существования поколения	71
Р.В. Т у р с т о н, Г.А. В и н о г р а д о в, В.Т. К о м о в, В.Е. М а т е й. Влияние низких значений pH, солей аммония и обессоливания на активность ферментов, обмен натрия в жабрах и ультраструктуру хлоридных клеток у пресноводных рыб. Сообщение II	75
В.И. Р о м а н е н к о, Т. Д ж о н с о н, В.Р. М и к р я к о в. К методике использования гетеротрофной ассимиляции CO ₂ при определении воздействия пестицидов на жизнедеятельность бактерий	80

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 44

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод

Академии наук СССР

Редактор издательства Л.М. Маковская

Технический редактор Е.В. Полиектова

Корректор А.А. Гинзбург

ИБ № 8747

Подписано к печати 28.06.79. М-27196. Формат 60х90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Печ. л. 5 1/2=5,50 усл. печ. л. Уч.-изд.
л. 5,54. Тираж 1150. Изд. № 7366. Тип. зак. № **790**. Цена 85 к.

Ленинградское отделение издательства „Наука“

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

Ордена Трудового Красного Знамени Первая типография издательства
„Наука“

199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12