

06

И-71

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**86**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД им. И. Д. ПАПАНИНА  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ  
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ  
**№ 86**



ЛЕНИНГРАД  
„НАУКА“  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
1990

Academy of Sciences of the USSR  
I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters  
Scientific Council for problems of hydrobiology,  
ichthyology and utilization of biological  
resources of water bodies

Biology of Inland Waters  
Information Bulletin  
N 86

УДК 574.5(28)

Бюллетень содержит оригинальные сообщения по различным вопросам микро-биологии, микологии, экологии водных животных, растений, ихтиологии, фи-зиологии, этологии, биохимии, иммунологии рыб и гидрохимии водоемов.

Выпуск рассчитан на широкий круг специалистов по гидробиологии, изу-чающих различные аспекты пресноводных экосистем.

О т в е т с т в е н н ы й   р е д а к т о р   В.Р. МИКРЯКОВ

Р е ц е н з е н т ы: Г.А. ВИНОГРАЛОВ, М.И. ШАТУНОВСКИЙ

Н а у ч н о е   и з д а н и е

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД  
ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ № 86

Утверждено к печати  
Институтом биологии внутренних вод  
Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина  
Технический редактор М.Л. Гофман  
Корректор М.К. Одинокова

ИБ № 44369

Подписано к печати 02.04.90. М-34042. Формат 60х90 1/16.

Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5.00.

Усл.кр.-от. 5.25. Уч.-изд. л. 4.81. Тираж 800. Тип. зак. № 257.

Цена 95 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство „Наука“  
Ленинградское отделение  
199034, Ленинград, В-34, Менделеевская линия, 1, И.Д. Павлова

Ордена Трудового Красного Знамени Первая типография  
издательства „Наука“.  
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12.  
36232-12

Б 1903040100-558  
042(02)-90 502-90, I полугодие

© Институт биологии  
внутренних вод АН СССР, 1990

## 11-Я ШКОЛА-СЕМИНАР „СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ФИЗИОЛОГИИ И ПАТОЛОГИИ ПИЩЕВАРЕНИЯ”

2-12 апреля 1989 г. в г. Калуге проходила работа 11-й сессии школы-семинара „Современные проблемы и методы физиологии и патологии пищеварения”, проводимой по инициативе Академии наук СССР, Министерства здравоохранения СССР и ВАСХНИЛ. По традиции школу-семинар открыл председатель Совета школы-семинара А.М. Уголев. Было отмечено возрастающее значение науки о питании человека и животных и охарактеризована важная и многосторонняя роль школы-семинара в повышении квалификации специалистов, выполнении функции координационных советов, научных обществ и др. Были заслушаны 14 лекций по актуальным вопросам биологии и медицины, прочитанных ведущими специалистами страны, и проведен ряд общих дискуссий и мини-симпозиумов. Цикл открылся лекциями И.И. Леймана: „Общие социологические тенденции и наука”, „Тенденции развития науки и управления ею на современном этапе”. В первой лекции основное внимание было уделено анализу социальных и экономических проблем страны, во второй – положению и путям преодоления кризиса в науке. Отмечалась необходимость повышения ее познавательной функции и финансирования фундаментальных исследований по принципу безвозвратной ссуды, усиления роли экспертных советов и введения юридической защиты грантов от ведомств. Обращалось внимание на слабое финансирование медико-биологических исследований в СССР по сравнению с развитыми странами. В частности, в 1982 г. в США на финансирование медико-биологических программ было выделено 43 % от общей суммы, затраченной на фундаментальные исследования, в СССР – 10 %. Помимо низкой фондовооруженности отечественной науки в качестве отрицательных факторов были названы недостатки планирования, консерватизм тематики, активная дискриминация новых направлений, превращение академий наук в ведомства. Подчеркивалась необходимость постепенного перехода к гибким структурам, развитие центров информации, создание хозрасчетных центров, кредитного банка и фонда молодых специалистов при Академии наук, а также создание системы социальных экспертиз, усиление роли научных обществ и создание системы защиты авторских прав.

Значительное внимание было уделено проблемам моделирования (А.Ю. Яковлев) и применению автоматических дозаторов в гастроэнтерологии (дискуссия за круглым столом, отв. В.П. Кулик).

В цикле лекций по цитологии (Ю.С. Ченцов „Немембранные структуры-цитоскелет“, Е.А. Шубникова „Морфология секреторного процесса“, Н.Н. Никольский „Эндоцитоз и экзоцитоз в связи с транспортом гормонов“, Л.М. Чайлахян „Межклеточные контакты“) обсуждалась роль различных органелл клеток в продукции ферментов, транспорте ионов и макромолекул. Для всех без исключения сообщений этого цикла характерны функциональный подход и анализ изменения структур клетки на молекулярном уровне.

Большое внимание было уделено механизмам функционирования регулирующих систем. В докладе Д.А. Сахарова „Современные представления о нейротрансмиттерах“ обосновывалась идея многомедиаторной системы (около 100 медиаторов и их сочетаний), позволяющая пересмотреть предшествующие концепции нервистов, которые базировались на постулировании синапсов и системы синаптической передачи информации. В лекции В.Б. Розена „Рецепторы гормонов“ детально обсуждались механизмы гуморальной регуляции физиологических функций, структура рецепторов, механизмы взаимодействия гормонов различной природы и рецепторов, а также клинические аспекты проблемы („болезни рецепторов“). В.Т. Ивашкиным („Фундаментальные проблемы патологии и терапии пищеварительной системы“) были даны новые принципы анализа патологических процессов с позиций теории А.М. Уголева о функциональных блоках. Описаны 4 класса мишеней – рецепторов гормонов и нейротрансмиттеров, а также механизмы воздействия ряда физиологических и фармакологических агентов на процессы, происходящие в эпителиоцитах пищеварительной системы и в других тканях. Предложено при сочетанных формах патологии вычленять 1–2 „ведущих“ блока и воздействовать на них минимальным количеством средств.

В лекции А.А. Ленцнера „Микробная экология в норме и патологии“ подчеркивалось, что взаимодействие микрофлоры пищеварительного тракта и макроорганизма сложилось в процессе филогенеза. Описаны структура бактериальных сообществ (пристеночная и просветная, аутохтонная и аллохтонная), роль микрофлоры в функционировании кишечного эпителия (обмен ионами и органическими соединениями) и иммунных систем, сезонные, онтогенетические, стрессорные и другие изменения микрофлоры. В частности, на примере 10 групп лактобацилл доказано негативное влияние предстартового стресса не только на кишечную микрофлору космонавтов, но и лактобациллы дублеров. Ряд заседаний был посвящен рассмотрению актуальных вопросов иммунологии (Е.А. Зотиков „Достижения современной иммунологии“ и В.В. Желтвай „Некоторые вопросы иммунологии желудочно-кишечного тракта“). Кроме того, в рамках минисимпозиумов были заслушаны доклады, касающиеся различных аспектов процессов пищеварения и обмена веществ в норме и патологии.

Единство механизмов экзотрофии позволяет предположить, что основные закономерности, выявленные при исследовании высших позвоночных животных и человека и пробно обсуждавшиеся на школе-семинаре, характерны для гидробионтов, особенно низших позво-

ночных животных (круглоротые и рыбы). Как подчеркивалось нами ранее, методический и теоретический уровень многих работ, касающихся закономерностей ассимиляции пищи у водных животных, особенно молекулярных основ экзотрофии, в значительной степени отстает от уровня исследований, проводимых на высших позвоночных животных. В силу этого предоставляемая школой–семинаром возможность ознакомиться с достижениями мировой науки в области физиологии пищеварения имеет особенно большое значения для специалистов–гидробиологов.

Поскольку лекторами и слушателями неоднократно подчеркивалась исключительная важность обсуждаемых проблем, высокий уровень дискуссий и непреложный авторитет школы–семинара у отечественных и зарубежных исследователей, было принято решение о проведении 12-й сессии в г. Калуге в первой декаде апреля 1992 г.

В.В. Кузмина

### ШКОЛА–СЕМИНАР „МЕТОДЫ ПОПУЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ДИАТОМОЛОГИИ“

В Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина АН СССР с 3 по 5 апреля 1989 г. проведена школа–семинар по применению методов популяционного анализа в диатомологии.

Она была организована по решению третьей Всесоюзной школы диатомологов, проходившей в Одессе в 1987 г. В работе семинара принимали участие специалисты по современным и ископаемым водорослям.

С обзором работ по использованию популяционного подхода в систематике водорослей выступил С.И. Генкал. На примере центрических диатомей были показаны особенности использования статистических методов в таксономии. Анализ публикаций и обсуждение показали, что диатомологи в своих исследованиях только начинают использовать популяционный подход.

В процессе работы семинара участники познакомились с рядом стендовых докладов по морфологии и экологии водорослей (Алешинская З.В.; Баженова О.П., Хурсевич Г.К.; Вассер С.П., Бухтиярова Л.Н.; Власов Б.П.; Гунова В.С., Кобанова Г.И.; Шербак В.И., Генкал С.И., Майстрова Н.В.), с литературными новинками. Часть времени была посвящена работе с препаратами в ТЭМ и СЭМ.

С.И. Генкал

УДК 579.68.083.13

А.Н. Б у т о р и н

О СПОСОБНОСТИ АЭРОБНЫХ САПРОФИТНЫХ  
БАКТЕРИЙ К РОСТУ НА ИЛОВЫХ ВЫТЯЖКАХ

Одной из актуальных задач водной микробиологии остается поиск оптимальных сред для учета микроорганизмов. Существующие стандартные питательные среды в большинстве своем характеризуются высоким содержанием органического вещества. На них может быть учтена лишь малая часть жизнеспособных бактерий. Значительно большее количество их вырастает на средах с низкими концентрациями органического вещества [2]. Бактерии способны активно размножаться и на простерилизованной (безбактериальной) воде из водоема [4]. Использование ее для учета бактерий позволило приблизиться к результатам прямого счета [5]. Эта среда также была применена при определении количества сапрофитных бактерий в донных отложениях [7]. Однако микрофлора илов обитает в условиях гораздо более высокого, чем в воде, содержания органического вещества. В связи с этим нам казалось, что вытяжка из иловых отложений будет средой, ближе воспроизводящей условия обитания донной микрофлоры. Для приготовления ее использовали поверхностный 5-сантиметровый слой ила, отобранного в различных пунктах Рыбинского водохранилища. Для этого 1 кг ила заливали 1 л природной воды и кипятили в автоклаве в течение 30 мин при температуре 115 °С. После остывания болтушку сначала профильтровывали через двойной слой фильтровальной бумаги, затем, для удаления мельчайшей взвеси и бактерий, — последовательно через отечественные мембранные фильтры № 6, 4 и 3. Безбактериальные вытяжки и природную воду разливали в колбы по 200 мл и стерилизовали их 20 мин при температуре 120 °С. Перед посевом реакцию питательных сред доводили до нейтральной, помещая их на некоторое время в пары углекислоты. Среды заражали 1 мл серого ила из Рыбинского водохранилища, 500-кратно разведенного на природной безбактериальной воде, и инкубировали при температуре (25±1) °С. Через определенные промежутки времени из каждой колбы стерильно отбирали пробы для подсчета общей численности бактерий на мембранных фильтрах „Сынпор” № 6 и для посева на РПА и РПА : 10.

В зависимости от характера исходного ила концентрация органического вещества в вытяжках колебалась от 100 до 520 мг С/л, что значительно выше, чем в воде водоема (табл. 1). Уже через 2 сут общая численность бактерий на всех средах по сравнению

Т а б л и ц а 1

Рост бактерий на природной воде и вытяжках из илов, млн кл./мл

Учет бактерий	Время, сут					
	0	2	4	10	20	40
В о д а, 25 мг С/л						
По прямому счету На РПА На РПА : 10	0.006	20.0	28.7	23.2	8.5	7.6
	0.000011	18.3	6.9	1.3	0.6	0.1
	0.000110	18.0	7.9	1.2	1.2	0.3
В ы т я ж к а, 100 мг С/л						
По прямому счету На РПА На РПА : 10	0.007	20.1	27.0	25.9	23.0	21.0
	0.000008	15.0	21.0	14.0	3.2	0.4
	0.000074	19.0	26.0	12.7	4.9	2.5
В ы т я ж к а, 180 мг С/л						
По прямому счету На РПА На РПА : 10	0.011	104.7	140.9	133.5	101.2	51.7
	0.000014	28.0	42.0	80.0	17.9	7.6
	0.000104	81.0	62.0	131.3	49.7	16.4
В ы т я ж к а, 520 мг С/л						
По прямому счету На РПА На РПА : 10	0.009	130.1	199.6	174.4	172.8	105.1
	0.000008	41.0	89.0	96.9	9.8	6.2
	0.000090	74.0	121.0	159.3	39.3	6.9

Т а б л и ц а 2

Динамика роста сапрофитных бактерий (пересев на РПА : 10)  
на разных средах, млн кл./мл

Среда	Время, ч						
	0	6	12	24	48	120	240
Вода	0,00005	0,00015	0,00035	3,5	16,6	13,9	5,9
Вытяжка I с разведением 1 : 100	0,00009	0,00016	0,00071	7,8	21,3	15,8	1,5
Та же, 1 : 10	0,00009	0,00017	0,00129	30,3	41,7	32,8	6,8
" " , без разведения	0,00006	0,00018	0,00500	36,0	74,5	97,5	92,7
Вытяжка II без разведения	0,00012	0,00020	0,00142	21,0	35,7	51,0	2,6

с исходной увеличилась на 3–4 порядка, а количество, вырастающее при пересеве на стандартные твердые питательные среды, – на 5–6 порядков. Наибольшее число бактериальных клеток на всех средах было отмечено на 4–е сутки, максимум бактерий, растущих на стандартных агаризованных средах, – в природной воде на 2–е сутки, в иловой вытяжке, содержащей 100 мг С органического вещества в 1 л, – на 4–е, в прочих – на 10–е сутки. В это время на РПА и РПА : 10 было учтено приблизительно одинаковое количество бактерий, близкое к результатам прямого счета, причем наибольшее – в пересевах из иловой вытяжки с максимальным содержанием органического вещества (табл. 1). В данном варианте опыта на рост микроорганизмов могли оказывать влияние как количество органического вещества в питательных средах, так и его качественный состав.

В связи с этим был проведен эксперимент, в котором иловая вытяжка с концентрацией органического вещества 260 мг С/л (вытяжка I) была разведена природной водой в 10 и 100 раз. Кроме этого в опыте была использована вытяжка из ила, отобранного в том же пункте Рыбинского водохранилища (ст. Коприно), но с глубины 10–30 см, содержащая 250 мг С органического вещества в 1 л (вытяжка II). Условия в эксперименте были аналогичны вышеуказанным. Наиболее интенсивный прирост численности сапрофитных бактерий на всех средах наблюдался в период между 12 и 24 ч, а максимум их количества – на 2–5–е сутки. Добавка к природной воде 1%-ной вытяжки уже оказывает стимулирующее действие на развитие бактерий. Наибольшее количество их вырастало на неразбавленной вытяжке. Несмотря на приблизительно одинаковое содержание органического вещества в вытяжках из поверхностного и глубинного ила, количество сапрофитных бактерий в последней было почти вдвое меньше (табл. 2). По-видимому, это объясняется меньшим содержанием легкоусвояемых соединений.

Е.П. Никифоровой и В.И. Романенко [1] было показано, что РПА : 10 является более благоприятной средой для учета водных сапрофитных бактерий, чем твердая агаризованная вытяжка из ила. Нами проводился посев на указанные среды из 10-кратных предель-

ных разведений ила. Количество сапрофитных бактерий, учтенное на агаризованной вытяжке, было в 2.5 раза меньше, чем на РПА : 10, и составило около 0.5 % от общей численности бактерий на 1 г сырого ила; на вытяжке с добавкой 3%-ного агар-агара - 1.6%; посев на жидкую неразбавленную вытяжку методом 10-кратных предельных разведений с пересевом через 10 сут на РПА : 10 позволил учесть около 38 % от общего числа бактерий.

Таким образом, иловая вытяжка, используемая обыкновенно в качестве источника микроэлементов [3, 6], может служить полноценной средой для развития сапрофитных бактерий. Агаризация вытяжки значительно снижает ее эффективность при учете бактерий. Недостатком данной среды является переменность ее состава.

### Л и т е р а т у р а

1. Н и к и ф о р о в а Е.П., Р о м а н е н к о В.И. Численность сапрофитных бактерий в воде Рыбинского и Шекснинского водохранилищ при посевах на питательные среды различного состава // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1972. № 15.
2. Р а з у м о в А.С. Микробиальный планктон воды // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. АН СССР. 1962. Т. 12.
3. Р о д и н а А.Г. Методы водной микробиологии: Практическое руководство. М., 1965.
4. Р о м а н е н к о В.И. Размножение бактерий на природной воде // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1973. № 17.
5. Р о м а н е н к о В.И. Новый метод определения численности живых бактерий в водоемах и сравнение его с методом А.С. Разумова // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1974. № 22.
6. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: Лабораторное руководство. Л., 1974.
7. Я р у ш е к Н.К. Изучение аэробного бактериального населения донных отложений водоемов методом последовательных разведений на безбактериальной среде // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1978. № 40.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

А.И. Копылов, И.Н. Крылова

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗМЕРНОГО СОСТАВА  
БАКТЕРИОПЛАНКТОНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА  
В ПОДЛЕДНЫЙ ПЕРИОД

Размерный состав бактерий является важнейшей структурной характеристикой бактериопланктона [1]. Однако такие сведения для водоемов в подледный период практически отсутствуют. По величинам средних размера и объема клеток, широко используемых для характеристики микрофлоры того или иного водоема, можно лишь приблизительно судить о размерном спектре бактериопланктона, а тем более о концентрации бактерий различной величины. Кроме того, известно, что существуют „тонкие” и „грубые” фильтраторы, использующие в пищу бактериальные клетки разных размеров. Поэтому при анализе уровня развития или пространственного распределения той или иной группы бактериофагов, очевидно, правильнее использовать только биомассу бактерий, реально потребляемых этими организмами. В этой связи в подледный период 1988 г. проводилось детальное изучение размерной структуры бактериопланктона, что имеет большое значение при исследовании его трофических связей с другими компонентами планктонного сообщества. Такие исследования особенно интересны в зимний период, когда роль бактерий в питании зоопланктона возрастает [2].

Численность бактериопланктона определяли методом эпифлюоресцентной микроскопии [3] на ядерных фильтрах с диаметром пор 0,17 мкм, предварительно окрашенных суданом черным с использованием флюорохром акридиновый оранжевый. На каждом фильтре просчитывали не менее 400 мелких клеток и 50 крупных палочек и нитей. Площадь фильтра для учета крупных бактерий была в 100–200 раз больше, чем для подсчета мелких микроорганизмов. Размеры бактерий оценивали с помощью окулярных микрометров (винтового или линейчатого, цена деления 0,15 мкм) при увеличении  $\times 1400$ . Отношение сырой массы бактериальной клетки к ее объему принимали равным единице.

Установлено, что в зимней микрофлоре водохранилища наиболее мелкими по объему клетки оказались кокки диаметром 0,2 мкм ( $0,04 \text{ мкм}^3$ ), а самыми большими – палочки размером  $8 \times 2 \text{ мкм}$  ( $25,1 \text{ мкм}^3$ ) и нити размером  $100 \times 2 \text{ мкм}$  ( $314 \text{ мкм}^3$ ).

В составе бактериопланктона Рыбинского водохранилища мы выделили 5 размерно-морфологических групп, соотношение численности и биомассы которых менялось в течение всего зимнего периода (табл. 1). Наиболее многочисленны в подледном планктоне были кокки с диаметром клетки менее 0,4 мкм, хотя их значение в формировании общей биомассы бактериопланктона было небольшим. Концентрация мелких кокков в период исследования изменялась незначительно.

Т а б л и ц а 1

Численность ( $4, 10^6$  экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (Б, мг/м<sup>3</sup>) разных размерно-морфологических групп бактерий (средние для столба воды на ст. Брейтово и ст. Молога)

Бактерии	Январь			Февраль			Март	
	Ч	Средний объем клетки, мкм <sup>3</sup>	Б	Ч	Средний объем клетки, мкм <sup>3</sup>	Б	Ч	Средний объем клетки, мкм <sup>3</sup>
Кокки диаметром <0,4 мкм	919338 (55.03)	0.012	11.03 (9.09)	791548 (40.11)	0.015	11.87 (3.97)	878982 (46.11)	0.015 13.18 (4.44)
Кокки диаметром >0,4 мкм	350216 (20.96)	0.155	54.28 (44.72)	851886 (43.17)	0.207	176.34 (59.01)	628608 (32.97)	0.241 151.49 (50.99)
Палочки длиной <2 мкм	399500 (23.91)	0.130	51.93 (42.78)	328330 (16.64)	0.289	94.89 (31.75)	395859 (20.77)	0.216 85.50 (28.78)
Палочки длиной >2 мкм	187 (0.01)	2.620	0.49 (0.40)	230 (0.01)	10.608	2.44 (0.81)	1390 (0.07)	4.726 6.57 (2.21)
Нити	1351 (0.09)	2.701	3.65 (3.01)	1097 (0.07)	12.115	13.29 (4.46)	1230 (0.08)	32.805 40.35 (13.58)
Сумма	1670592	0.073	121.38	1973091	0.151	298.83	1906069	0.156 297.09

П р и м е ч а н и е. В скобках % от общей.

Т а б л и ц а 2

Вертикальное распределение численности (Ч,  $10^3$  экз./мл) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) микроорганизмов различных размеров в марте

Горизонт, м	Объем тела клетки, мкм <sup>3</sup>						Сумма					
	<0.04			0.04-1						>1		
	ч	б		ч	б		ч	б		ч	б	
	Ст. Молога											
Подоледом	1995	29.9	4006	1022.4	227	479.3	6228	1531.6				
	911	15.5	1302	311.3	11	18.9	2224	345.7				
	764	13.7	1049	223.6	9	18.9	1822	256.2				
	854	11.9	882	220.7	1	8.6	1737	241.2				
	1016	14.2	975	174.4	1	10.5	1992	199.1				
	959	18.2	1497	249.5	1	2.1	2457	269.8				
11.5	992	13.9	1480	334.0	2	33.9	2474	381.8				
Ст. Брейгово												
Подоледом	1194	11.9	3503	914.8	138	2036.0	4835	2962.7				
	761	12.9	987	323.7	14	126.0	1762	462.6				
	699	7.7	490	161.0	0	0	1189	168.7				
	901	13.5	565	80.3	0.5	0.7	1466	94.5				
	1005	16.1	1257	185.5	39	72.4	2301	274.0				

Кокковидные клетки с диаметром более 0.4 мкм по биомассе превалировали над остальными морфологическими группами микроорганизмов. Оказалось, что их численность и средний объем клетки увеличивались от января к марту соответственно в 1.8–2.4 и 1.3–1.5 раза, а это указывает на значительную функциональную активность этих бактерий в зимний период. Подтверждением тому служит и наибольшее количество делящихся клеток, встречающееся среди них.

В январе концентрация палочковидных бактерий длиной менее 2 мкм была близка к таковой у крупных кокков. Однако в последующие месяцы при возрастании среднего объема клетки в 1.7–2.2 раза их численность оставалась на том же уровне, что привело к уменьшению доли мелких палочек в суммарной биомассе бактериопланктона.

Значение бактерий в форме палочек длиной более 2 мкм и нитей как компонентов зимнего бактериопланктона возросло от января к марту. В конце зимы при относительно низкой численности их вклад в общую величину биомассы бактериопланктона становился достаточно заметным.

Анализируя количественный уровень развития различных размерно-морфологических групп микроорганизмов в целом для столба воды, необходимо учитывать, что их вертикальное распределение в толще воды неравномерно, особенно у крупных палочек и нитей. Как показали исследования, основная масса последних концентрировалась подо льдом и в придонных слоях, составляя соответственно 31.3–68.7 и 8.9–26.4 % от суммарной биомассы бактериопланктона на этих горизонтах (табл. 2).

Максимальные концентрации бактерий с объемом клетки от 0.04 до 1 мкм<sup>3</sup>, к числу которых принадлежат кокки с диаметром более 0.4 мкм и мелкие палочки, были также приурочены к придонным и подледным горизонтам. Однако различия в вертикальном распределении их численности и биомассы не были столь резки, как у предыдущей группы. Следует отметить, что именно клетки этих размеров и объемов доминировали среди микрофлоры детритных частиц величиной 10–100 мкм.

У мелких кокков наблюдалось относительно равномерное распределение их плотности по вертикали.

Таким образом, средний объем планктонных бактерий в январе-марте не является величиной стабильной, что объясняется увеличением размеров клеток практически у всех мелких и крупных морфологических форм микроорганизмов, а также существенным изменением соотношения численности последних в течение зимы. Анализ пространственного и временного распределения биомассы разных размерно-морфологических групп бактерий показал, что бактериопланктон Рыбинского водохранилища в подледный период может служить существенным источником пищи как для „тонких“ так и для „грубых“ планктонных фильтраторов.

1. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. Л., 1970.
2. Ривьер И.К. Состав и экология зимних зоопланктонных сообществ. Л., 1986.
3. Hobbie J.E., Daley R.J., Jasper S. Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy // App., Environ. Microbiol. 1977. Vol. 3, N 5.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 579.68 (28): 581.132.6

В.И. Романенко, В.Н. Кореньков

ВЛИЯНИЕ АЗИДА НАТРИЯ ( $\text{NaN}_3$ )  
НА ГЕТЕРОТРОФНУЮ АССИМИЛЯЦИЮ  $\text{CO}_2$   
У *PSEUDOMONAS DECHROMATIKANS* (ROM.),  
ШТАММ А-532

Азид натрия ( $\text{NaN}_3$ ) относится к группе ферментных ядов, блокирующих отдельные ферменты в дыхательной цепи переноса электронов. Сюда же относятся цианиды и окись углерода [1]. В малых концентрациях  $\text{NaN}_3$  интенсивно подавляет ассимиляцию  $\text{CO}_2$  у автотрофных микроорганизмов. За последнее время в литературе появились работы, в которых утверждается, что при внесении малых концентраций  $\text{NaN}_3$  в воду и донные отложения водоемов можно полностью исключить автотрофную ассимиляцию  $\text{CO}_2$  [4]. Это позволило бы разделить процессы автотрофной и гетеротрофной ассимиляции  $\text{CO}_2$  и оценить истинный вклад хемосинтезирующих бактерий в продукцию органического вещества в водоемах.

Ранее нами было установлено [2], что  $\text{NaN}_3$  в концентрации 5–10 мг/л подавляет ассимиляцию  $\text{CO}_2$  у гетеротрофных аэробных бактерий на 15–70 %.

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы определить, как влияет  $\text{NaN}_3$  на гетеротрофную ассимиляцию  $\text{CO}_2$  у анаэробных бактерий. Для этого нами была использована культура микроорганизмов, восстанавливающая хроматы при развитии в анаэробных условиях [3]. При этом шестивалентный хром переходит в трехвалентный, а кислород хроматов используется как акцептор водорода органических соединений.

Опыты с культурой ставили в пробирках объемом 12 мл с питательной средой, описанной нами ранее [3], в которой источником органического вещества служили мясной бульон и ацетат,

а источником кислорода -  $K_2CrO_4$ . После стерилизации среду в колбах заражали свежей культурой бактерий и разливали по пробиркам так, чтобы после внесения соответствующего разведения  $NaN_3$  и 0.5 мл раствора меченного  $^{14}C$  карбоната общий объем среды был равен 10 мл.

Предварительно были приготовлены два раствора  $NaN_3$  на питательной среде того же состава.

Раствор „А” - 10 мл питательной среды и 50 мг  $NaN_3$  (содержание  $NaN_3$  в 1 мл - 5 мг).

Раствор „В” - 9 мл среды + 1 мл раствора „А” (содержание  $NaN_3$  в 1 мл - 0.5 мг). Схема приготовления раствора  $NaN_3$  на питательной среде такова:

Объем питательной среды с изотопом, мл	Объем раствора „В”, мл	Содержание $NaN_3$ , мг	
		в 1 мл	в 1 л
10 (контроль)	0	0	0
9.9	0.1	0.005	5
9.8	0.2	0.010	10
9.7	0.3	0.015	15
9.6	0.4	0.020	20
9.2	0.8	0.040	40

Объем питательной среды с изотопом, мл	Объем раствора „А”, мл	Содержание $NaN_3$ , мг	
		в 1 мл	в 1 л
9.84	0.16	0.080	80
9.8	0.2	0.100	100
9.7	0.3	0.150	150

Пробирки закрывали резиновыми пробками и инкубировали в термостате в течение 3 сут при температуре 30 °C. Затем фиксировали формалином и 5 мл среды после тщательного перемешивания профильтровывали через мембранные фильтры с диаметром пор 0.3 мкм. Фильтры для удаления следов меченого карбоната обрабатывали слабой соляной кислотой и просчитывали под счетчиком Гейгера.

Судя по радиоактивности бактерий, максимальное количество  $CO_2$  ассимилируется в контроле. Разница между контролем и опытами с  $NaN_3$  представляет собой величину интенсивности подавления жизнедеятельности бактерий ферментным ядом. С увеличением содержания  $NaN_3$  развитие бактерий резко подавляется (см. таблицу).

Таким образом,  $NaN_3$  в концентрации от 5 до 150 мг/л подавляет развитие анаэробных бактерий примерно так же, как и аэробных сапрофитных бактерий, развивающихся в присутствии

Влияние  $\text{NaN}_3$  на бактерии, восстанавливающие хроматы  
*Pseudomonas dechromatigans*

Концентрация $\text{NaN}_3$ , мг/л	Радиоактивность бактерий, имп./мин			Ассимиляция $\text{CO}_2$		Подавление ассимиляции $\text{CO}_2$ по сравнению с контролем, %
	1-й опыт	2-й опыт	$\bar{X}$	мкг С/л	% от контроля	
0 (контроль)	8244	8264	8254	206	100	0
5	7098	7488	7293	182	88	12
10	5952	6792	6372	159	77	23
15	5682	6364	6023	150	73	27
20	5650	5714	5682	142	69	31
40	3946	2425	3186	80	39	61
80	411	191	301	8	3.8	96.2
100	82	70	76	2	0.9	99.1
150	4	10	7	0.18	0.08	99.92

кислорода. Следовательно, и в анаэробных условиях (в донных отложениях) он не может быть использован для разделения автоτροφной и гетеротрофной ассимиляции  $\text{CO}_2$ .

### Л и т е р а т у р а

1. А к и м е н к о В.К. Цианидрезистентное дыхание микроорганизмов // Успехи соврем. биологии. 1981. Вып. 16.
2. Р о м а н е н к о В.И. Влияние азиды натрия ( $\text{NaN}_3$ ) на ассимиляцию  $\text{CO}_2$  гетеротрофными бактериями // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1989. № 80.
3. Р о м а н е н к о В.И., К о р е н ь к о в В.Н. Чистая культура бактерий, использующих хроматы в качестве акцептора водорода при развитии в анаэробных условиях // Микробиология. 1977. Т. 46, вып. 3.
4. С а р а л о в А.И., К р ы л о в а И.Н., К у з н е ц о в С.И. Модификация метода Сорокина для отдельного определения интенсивности бактериального хемосинтеза и гетеротрофной ассимиляции углекислоты в водоемах // Микробиология. 1984. Т. 53, вып. 6.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

Л.В. Воронин

ГРИБЫ НА ОТМЕРШИХ ГИДРОФИЛЬНЫХ  
РАСТЕНИЯХ ОЗЕР ЭСТОНИИ

Сведения о грибах, принимающих участие в минерализации вышедших водных и прибрежно-водных травянистых растений, немногочисленны. Имеющиеся работы характеризуют либо отдельные узкие систематические группы грибов, либо грибы на отдельных видах растений [1, 2, 4].

В настоящей статье рассматриваются комплексы грибов, участвующих в начальных этапах минерализации гидрофильных растений семи малых озер Эстонии. Исследованные озера, по классификации А. Мяэметса [3], имеют различный трофический статус.

1) Дистрофные озера – Нохипалу Мустъярв, Виросте, Партси-Сааръярв, Пикамяэ (Пылваский район) – характеризуются бурым цветом, малой прозрачностью, низкими значениями pH воды (4.1–5.5) и уровня минерализации (сумма ионов 8–29 мг/л), а оз. Партси-Сааръярв еще и высоким содержанием сероводорода.

2) Олиготрофное оз. Нохипалу Валгъярв (Пылваский район) имеет низкоминерализованную (сумма ионов 11.0 мг/л) прозрачную воду с кислой реакцией (pH 5.5).

3) Для дисэвтрофного (миксотрофного) оз. Тыхела (Пярнуский район) характерна щелочная реакция воды (pH 9.2) и более высокий уровень минерализации (60 мг/л).

4) Алкалитрофное оз. Поркуни (Раквереский район) характеризуется относительно высоким уровнем минерализации (сумма ионов 187 мг/л), щелочной реакцией воды (pH 7.9) и высокой прозрачностью.

Все озера подвержены незначительному антропогенному воздействию, а для озер Нохипалу Мустъярв и Нохипалу Валгъярв установлен охранный режим.

Исследования проводили в сентябре 1986 г. Температура воды в озерах составляла 10–13 °С. Отмершие листья и стебли, погруженные в воду, отбирали в полиэтиленовые сосуды (по 5 образцов каждого вида растений), затем в лаборатории промывали их водопроводной и дистиллированной водой и инкубировали во влажной камере. Все образцы подвергали 3-кратному микроскопическому анализу в культуре накопления. Грибы выделяли непосредственно с субстратов для последующей идентификации. Всего было выделено более 300 культур грибов, относящихся почти к 30 видам, в основном несовершенные грибы с преобладанием гифомицетов (см. таблицу). Единичные находки муконовых грибов в таблице не отражены.

Многие из перечисленных в таблице видов встречались редко. Для установления комплекса грибов, участвующих в начальном этапе минерализации отмерших растений, выделяли типичные, т. е. доминирующие и массовые виды, отмеченные во всех образцах.

Видовой состав грибов на отмерших  
гидрофильных растениях озер Эстонии

Вид	Оз.Но- хипалу Валгъ- ярв	Оз.Но- хипалу Мусть- ярв	Оз.Пар- тси-Са- арьярв	Оз.Ви- росте	Оз.Пи- камая	Оз.Ты- хела	Оз.Пор- куни
Acremonium spp.	-	1	3	1.2	1	-	-
Alternaria alternata (Fr.) Keissl.	1.3	1.3	-	2.5	-	6	-
Botrytis cinerea Pers. ex Fr.	-	1	1	-	-	-	-
Cladosporium clado- sporioides (Fres.) De Vries	-	1	2.3	-	-	-	3
C. herbarum (Pers.) link	3	3	2.3	2.5	2	-	-
C. macrocarpum Preuss	3	-	-	2	2	-	-
Dinemasporium stri- gosum (Pers. ex Fr.) Sacc.	3	-	-	-	-	-	-
Fusarium aquaeduc- tuum (Radlk. et Rabh.) Lagerh.	-	-	-	-	1	-	-
F. avenaceum (Fr.) Sacc.	-	-	-	2	-	-	-
F. culmorum (W.G. Smith.) Sacc.	-	-	-	-	-	6	-
F. oxysporum (Schlecht.) Snyd. et Hans. var. orthoceras (App. et Wr.) Bilai	-	-	-	-	1.2	6	2.3
F. solani (Mart.) App. et Wr.	-	-	-	-	1	-	-
F. sambucinum Fuck	-	3	-	-	-	-	3
F. sporotrichiella Bi- lai var. poae (Pk.) Wr. emend Bilai	-	-	3	-	-	-	-
Fusarium sp.	-	3	-	-	-	6	-
Geomyces sp.	2	-	-	5	1	-	-
Geotrichum sp.	-	-	-	1	-	-	-
Phialophora bubakii (Laxa) Schol- Schwarz	-	-	-	2.5	-	-	-
P. lignicola (Nannf. apud. Melin et Nannf.) Goidanich	-	-	-	-	2	-	-
P. malorum (Kidd et Beaumont) McColloch	-	-	-	-	2	6	2.3
Phialophora sp.	1	-	-	-	-	-	3
Phoma cava Schul- zer	-	-	-	5	-	-	-
Phoma spp.	-	-	-	2	1.2	-	-

Вид	Оз. Нохипалу Валгъярв	Оз. Нохипалу Мустъярв	Оз. Пар- тси-Са- аръярв	Оз. Ви- росте	Оз. Пи- камяэ	Оз. Ты- хела	Оз. Пор- куни
<i>Polycladium equiseti</i> Ing.	-	-	-	1	-	-	-
<i>Trichoderma koningi</i> Oud.	-	-	2.3	-	-	-	-
<i>T. viride</i> Pers. ex S.F. Grey	-	4	1	-	-	-	-
<i>Varicosporium elodeae</i> Kegel	1.2	1.4	2	1	2	6	-
<i>Verticillium nigrescens</i> Pethybridge	-	-	-	-	2	-	-

П р и м е ч а н и е. 1 - кубышка желтая, 2 - сабельник болотный, 3 - тростник обыкновенный, 4 - горец земноводный, 5 - рогоз широколистный, 6 - рогоз узколистный.

данного вида растений данного озера и имеющие достаточно обильное спороношение). В результате выявлены комплексы грибов, в большинстве случаев включающие 2-3 доминирующих вида. В оз. Нохипалу Валгъярв на кубышке и сабельнике это *Varicosporium elodeae*; на тростнике - *Dinemasporium strigosum*. В оз. Нохипалу Мустъярв на кубышке комплекс грибов состоит из видов *Varicosporium elodeae*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*; на тростнике - *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium* sp.; на горце - *Varicosporium elodeae*, *Trichoderma viride*. В оз. Партси-Сааръярв комплексы грибов включают следующие виды: на кубышке - *Trichoderma viride*, *Botrytis cinerea*; на сабельнике - *Varicosporium elodeae*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*; на тростнике - *Trichoderma koningi*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*. В оз. Виросте на кубышке - *Polycladium equiseti*, *Varicosporium elodeae*; на сабельнике - *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *C. macrocarpum*; на порозе - *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Phialophora bubakii*. В оз. Пикамяэ на кубышке - *Fusarium aquaeductuum*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*; на сабельнике - *Varicosporium elodeae*, *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*. На растениях дисэвтрофного (оз. Тыхела) и алкалитрофного (оз. Поркуни) озер ни один из видов грибов нельзя считать доминирующим или массовым, так как они отмечались в 1-3 образцах и не имели при этом массового развития.

Начальный этап минерализации растений осуществляют как водные гифомицеты, так и грибы, известные нам как наземные, почвенные. Водные гифомицеты представлены в большинстве случаев *Varicosporium elodeae*, который преобладает на отмерших частях растений с плавающими листьями (кубышка, горец). В проточном

оз. Виросте на кубышке наряду с ним доминирует и *Polycladium equiseti*, а в оз. Пикамяэ – *Fusarium aquaeductuum*.

В составе комплексов грибов на отмерших частях воздушно-водных растений, особенно тростника, преобладают гифомицеты, связанные преимущественно с наземными условиями обитания. Из этих грибов наибольшее распространение имеют виды родов *Cladosporium*, *Fusarium*, *Phialophora*. Водные гифомицеты обнаружены в этой группе растений преимущественно на сабельнике. На отмерших стеблях тростника в олиготрофном оз. Нохипалу Валгьярв обнаружен редкий вид водного целомицета *Dinemasporium strigosum*, причем, занимающий там доминирующее положение.

Выявлены различия видового состава и комплексов грибов на отмерших растениях и в зависимости от типа озера. Как отмечалось выше, на отмерших частях растений алкалитрофного и дисэвтрофного озер в осенних образцах невозможно выделить доминирующие виды, тогда как отмершие растения олиготрофного озера заселяются преимущественно водными грибами (гифомицеты и целомицеты). Наиболее разнообразен видовой состав грибов на отмерших растениях дистрофных озер. Комплексы грибов, участвующих в минерализации, представлены здесь 2–3 видами и включают водные грибы и гифомицеты, приуроченные к наземному обитанию.

#### Л и т е р а т у р а

1. Д у н а е в А.С. Некоторые пикнидиальные грибы на отмерших высших водных растениях водоемов бассейна Верхней Волги // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985. № 67.
2. A p i n i s A.E., C h e s t e r s C.G.C., T a l i g o o l a H.K. Colonisation of *Phragmites communis* by Fungi // *Nova Hedwigia*. 1972. Bd 23, N 1.
3. M ä e m e t s A. Eesti NSV järved ja nende kaitse. Tallinn, 1977.
4. P u g h G.J.F. Leaf litter fungi found on *Carex paniculata* L. // *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 1958. Vol. 45, N 2.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

С.И. Генкал, А.А. Кулумбаева

О ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЯХ  
(CENTROPHYCEAE) ОЗ. СОНГ-КЕЛЬ  
(ЗАПАДНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

Крупнейший высокогорный водоем внутреннего Тянь-Шаня, оз. Сонг-Кель, расположен на высоте 3016 м над ур. м. Исследованию фитопланктона этого водоема было посвящено всего лишь две работы [1, 2], причем центрические водоросли во флоре диатомовых полностью отсутствовали.

Проведенное с помощью методов световой и электронной микроскопии изучение фитопланктона озера позволило нам выявить доминирующий комплекс диатомовых водорослей, который состоит в основном из истинно-планктонных представителей класса *Centrophyceae*: 16 таксонов из 5 родов (максимальная численность в августе 1982 г. доходила до 4669 тыс. кл./л). Интересен тот факт, что было обнаружено 2 представителя байкальской флоры: *Stephanodiscus binderanus* var. *baicalensis* Popovsk. et Genkal\* и *Cyclotella minuta* (Skvortz.) Antipova\*. Приводим оригинальные микрофотографии и краткие диагнозы диатомей.

*Aulacosira ambigua* (Grun.) Sim. — Створки 5.5–10 мкм в диам., выс. 9–10 мкм (табл. I, 1).

*Cyclotella meneghiniana* Kütz. — Створки 11.4 мкм в диам., штрихов 8 в 10 мкм (табл. I, 2).

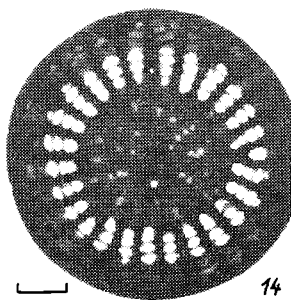
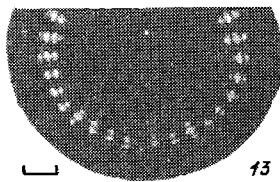
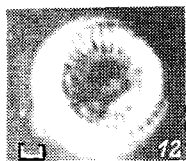
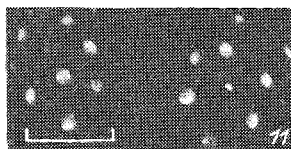
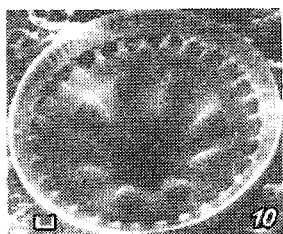
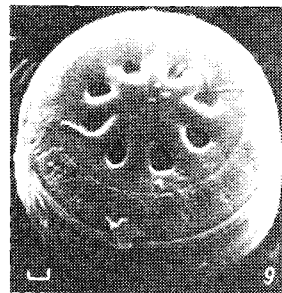
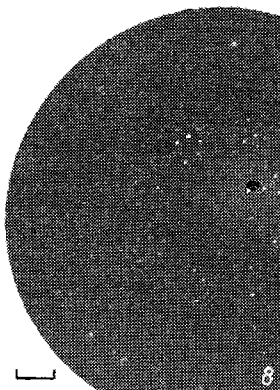
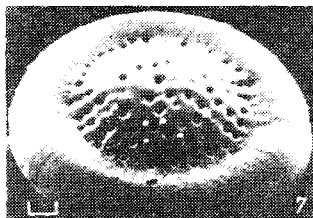
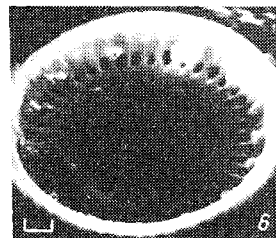
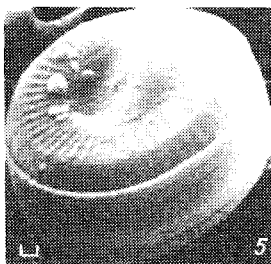
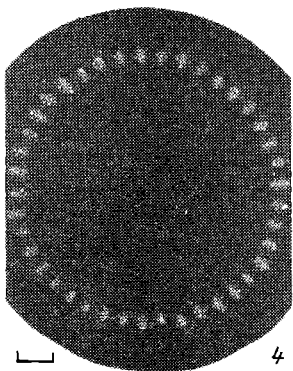
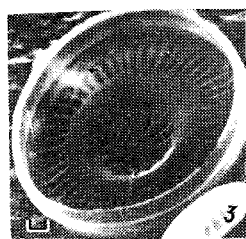
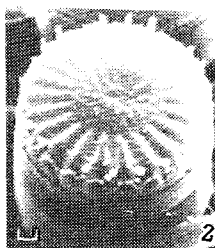
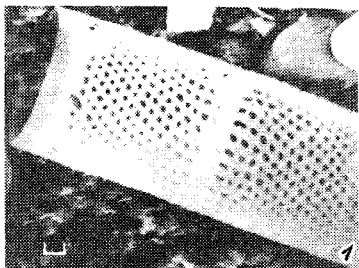
*Cyclotella stelligera* Cleve et Grun. — Створки 6.1–13.5 мкм в диам., штрихов 16–20 в 10 мкм. Розетка в центральном поле иногда отсутствует (табл. I, 3).

*Cyclotella kuetzingiana* Thw. (табл. I, 4–6). Створки тангентально-волнистые. Центральное поле бесструктурное. Альвеолы разделены 2–3 перегородками. На загибе створки кольцо подпертых выростов с 3 подпорками, расположенных на каждом третьем–четвертом ребре, и 1 вырост щелевидный, ориентированный с внутренней стороны перпендикулярно альвеолам. С внешней стороны створки оба типа выростов имеют вид отверстий.

*Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz. — Створки 9.2–20 мкм в диам., штрихов 20–24 в 10 мкм (табл. I, 7).

*Cyclotella antiqua* W. Sm. (табл. I, 8–11). Створки концентрически выпукло-вогнутые. На створке кольцо из групп ареол, причем в середине каждой такой группы имеется подпертый вырост, окруженный 2 порами. Внутренняя часть этих выростов, вероятно, редуцирована, так как на внутренней поверхности створки они не видны. На загибе створки кольцо подпертых выростов с 2 подпорками, ориентированных перпендикулярно альвеолам и расположенных

\* Нахождение этих водорослей требует проверки.



на каждом ребре, и один щелевидный, также ориентированный перпендикулярно альвеолам.

Cyclotella minuta (Skvortz.) Antipova. - Створки 17-19.2 мкм в диам. (больший), штрихов 14 в 10 мкм (табл. II, 7).

Cyclotella granulata Kulumb. et Genkal sp. nov.

Cellulae solitariae, interdum post divisionem binae, facie connectivali tympaniformes. Valvae rotundae, planae, 4.6-8.8  $\mu\text{m}$  in diam., superficie pluries granulatae, interdum parce foveolatae. Area marginalis ad dimidium radii valvae occupans, strüs 16-25 pro 10  $\mu\text{m}$ . Fulcrum portula una in area centrali necnon fulcrum portulae anulatum ad costulas quartas-septimas (costulis tribus - sex levibus interjectis) alveolis perpendiculares et rimae portula una parte interna alveolis sub angulo directa donata observantur. Auxosporae adsunt (табл. I, 12-14; II, 1-6).

Т у п у с: СССР, lacus Sonkulj, VII, 1982, A.A. Kulumbaeva. In Instituto Biologiae Aquarum Internarum. Acad. Sci URSS (regio Jaroslavlensis, pag. Borok) conservatur.

Клетки одиночные, иногда после деления по 2, с пояском в форме барабана. Створки круглые, плоские, 4.6-8.8 мкм в диам. На поверхности створки большое количество гранул, иногда несколько небольших углублений. Краевая зона до 1/2 радиуса створки, штрихов 16-25 в 10 мкм. В центральном поле 1 подпертый вырост с 2 подпорками. На загибе створки кольцо подпертых выростов с 2 подпорками, ориентированных перпендикулярно альвеолам и расположенных на каждом четвертом-седьмом ребре, и 1 щелевидный, внутренняя часть которого ориентирована под некоторым углом к альвеолам. Имеются аукоспоры.

Т и п: СССР, оз. Сонг-Кель, VII, 1982, A.A. Кулумбаева. Хранится в Институте биологии внутренних вод АН СССР (пос. Борок, Ярославской обл.).

Cyclotella sp. Створки 7.9-14.2 мкм в диам., штрихов 20-26 в 10 мкм. От центра створки радиально расходятся несколько секторов (3-4) крупных и мелких круглой формы углублений, располагающихся как бы во впадинах на створке (табл. II, 8, 9).

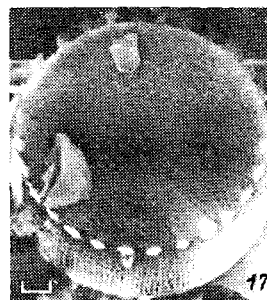
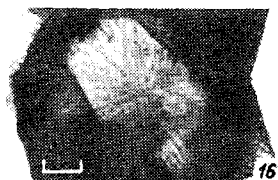
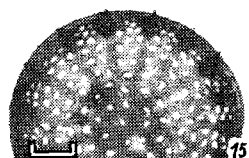
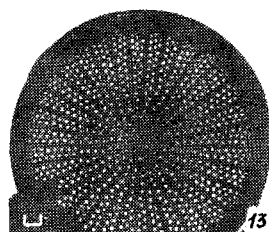
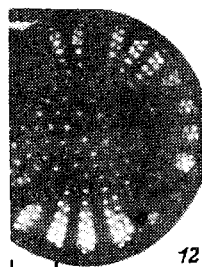
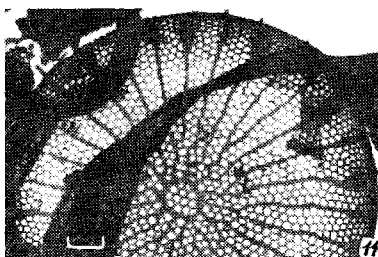
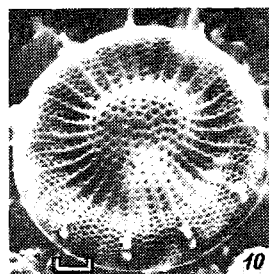
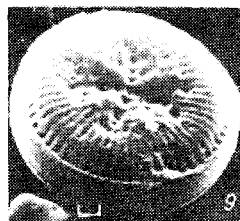
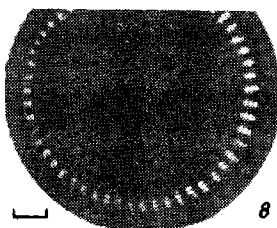
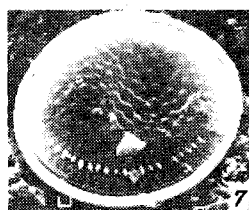
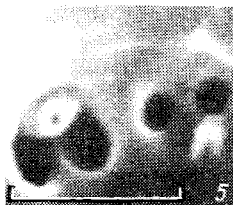
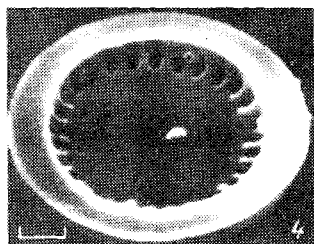
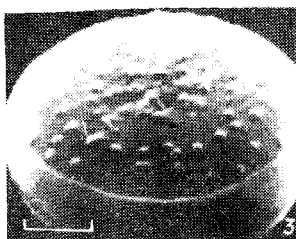
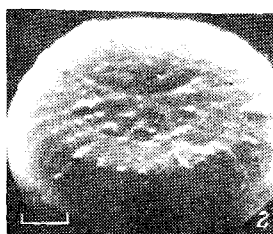
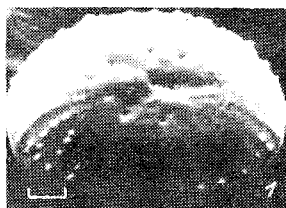
Возможно, что это *C. compta* var. *oligactis* (Ehr.) Grun., поскольку общий абрис центрального поля схож с таковым *Cyclotella* sp. Следует отметить, однако, что у последней отсутствуют

---

#### Таблица I.

Электронные микрофотографии створок диатомей.

1 - *Aulacosira ambigua* (Grun.) Sim; 2 - *Cyclotella meneghiniana* Kiitz.; 3 - *C. stelligera* Cleve et Grun.; 4-6 - *C. kuetzingiana* Thw.; 7 - *C. compta* (Ehr.) Kiitz.; 8-11 - *C. antiqua* W. Sm.; 12-14 - *C. granulata* Kulumb. et Genkal. 1-3, 5-7, 9, 11 - СЭМ, 4, 8, 10, 12, 14, 15 - ТЭМ, 13 - СМ. Масштаб соответствует 1 мкм.



утолщенные ребра с подпертыми выростами на них (короткие теневые линии, по данным СМ), характерные для *C. comta*. Поскольку изучение типового материала этой разновидности с помощью электронной микроскопии не проводилось, точно идентифицировать наш вид или описывать его как новый таксон мы не можем, тем более, что нами было отмечено всего несколько клеток.

Cyclostephanos dubius (Fricke) Round. - Створки 6.3-13.5 мкм в диам., штрихов 12-16 в 10 мкм (табл. II, 10).

Stephanodiscus rotula (Kütz.) Hendey. - Створки 17-17.9 мкм в диам., штрихов 7-12 в 10 мкм (табл. II, 13).

Stephanodiscus hantzschii Grun. - Створки 11.9 мкм в диам., штрихов 10 в 10 мкм (табл. II, 11).

Stephanodiscus makarovae Genkal. - Створки 5.2-5.5 мкм в диам., штрихов 18-20 в 10 мкм (табл. II, 12).

Stephanodiscus minutula (Kütz.) Round. - Створки 5.3-6.1 мкм в диам., штрихов 12-15 в 10 мкм (табл. II, 15).

Stephanodiscus binderanus var. *baicalensis* Popovsk. et Genkal. - Створки 8.4-11.1 мкм в диам., штрихов 10-14 в 10 мкм (табл. II, 14, 17).

Skeletonema subsalsum (A.Cl.) Bethge. - Створки 6.6 мкм в диам. (табл. II, 16).

## Л и т е р а т у р а

1. Кулumbaева А.А. О фитопланктоне озера Сон-Куль // Проблемы биоэкологии животных и растений и окружающей среды. Фрунзе, 1982.
2. Музафаров А.М. Флора водорослей горных водоемов Средней Азии. Ташкент, 1958.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР  
Институт биологии АН Киргизской ССР

---

## Таблица II.

1-6 - *Cyclotella granulata* Kulumb. et Genkal; 7 - *C. minuta* (Skvortz.) Antipova; 8, 9 - *Cyclotella* sp.; 10 - *Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round; 11 - *Stephanodiscus hantzschii* Grun; 12 - *S. makarovae* Genkal; 13 - *S. rotula* (Kütz.) Hendey; 14, 17 - *S. binderanus* var. *baicalensis* Popovsk. et Genkal; 15 - *S. minutula* (Kütz.) Round; 16 - *Skeletonema subsalsum* (A.Cl.) Bethge. 1-7, 9, 10, 14, 17 - СЭМ, 8, 11-13, 15, 16 - ТЭМ. Масштаб соответствует 1 мкм.

Н.В. Вехов

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И БИОЛОГИЯ *TRIOPS*  
*CANCRIFORMIS* (BOSC) (*NOTOSTRACA*)  
 И *STREPTOCEPHALUS TORVICORNIS*  
 (WAGA) (*ANOSTRACA*)  
 НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

Европейская часть СССР относится к северному участку ареала *Triops cancriformis* (Bosc) и *Streptocephalus torvicornis* (Waga) [7]. Жаброноги и щитни из-за повсеместного пресса антропогенных факторов на всей территории их ареалов становятся очень редкими, заносятся в Красные книги, области их распространения резко и быстро сокращаются, а в настоящее время в зоне хозяйственного освоения они представлены изолированными и удаленными друг от друга популяциями [11]. Для изучения современных ареалов и биологии *Triops cancriformis* и *Streptocephalus torvicornis* автором в 1985–1988 гг. проведены исследования в лесной, лесостепной, степной и полупустынной зонах европейской части СССР (Московская, Владимирская, Калининская, Рязанская, Тамбовская, Воронежская, Херсонская, Волгоградская, Киевская области, Башкирская АССР). Кроме того, использованы сборы этих видов из Ростовской, Куйбышевской, Саратовской, Волгоградской областей и Башкирии, любезно предоставленные Т.И. Добрыниной, Л.П. Теличко, В.Г. Боевым, и литературные сведения [1–5, 7–10].

Из анализа данных следует, что современный сплошной ареал *S. torvicornis* в регионе включает степную и лесостепную зоны. Ареал на юге ограничен побережьями Черного и Азовского морей, Главным Кавказским хребтом; на западе – линией от предгорного участка бассейна р. Прут через среднее течение р. Днепр (у г. Киева) до верховьев р. Оки (у г. Орла); на севере – в правобережной части бассейна р. Волги на 53° с.ш., а в левобережной его части – на широте г. Уфы; на востоке – от низовьев р. Волги до г. Саратова – по припойменной части левобережья, к северу от г. Саратова – по заволжскому участку черноземной зоны до Уральского хребта. Здесь рачок населяет всевозможные весенние, летние и раннеосенние эфемерные лужи, образующиеся после заполнения понижений рельефа талой и дождевой водами, водопой скота, запруженные балки, сельские пруды, канавы вдоль дорог и т.д. В весенних и раннелетних лужах он встречается с начала-середины апреля до середины-конца мая. В летний и раннеосенний периоды стрептоцефал появляется только в лужах после сильных дождей, а в некоторых мелких прудах доживает до осенних заморозков. Кроме природных биотопов стрептоцефал широко распространен в рисовых чеках и рыбоводных прудах, где встречается с момента залигания до спуска воды (с апреля-мая до июня-августа). Севернее границы

сплошного ареала в естественных водоемах рачок не отмечен и населяет здесь только мальковые пруды, куда случайно завозится с посадочным материалом (например, в рыбхоз „Пара“ Рязанской обл. он занесен с молодью толстолобика из Краснодарского края), или где специально акклиматизируется как кормовой объект для рыб (опытные пруды ВНИИПРХ на севере Московской обл., пруды Нарвского рыбоводного завода Ленинградской обл. [6]).

Ареал *Triops cancriformis* на европейской части СССР намного шире. Он охватывает полупустынную, степную, лесостепную зоны и юг лесного пояса, а северная его граница проходит примерно по 57–58° с.ш. Сейчас этот вид щитней в естественных водоемах встречается очень редко, видимо, из-за возросшего антропогенного пресса на его местообитания и связанной с этим повсеместной гибели биотопов в естественных ландшафтах, приуроченных к зоне интенсивного освоения. *T. cancriformis* обитает во всевозможных лужах в весенний, летний и раннеосенний периоды после их заполнения талыми и дождевыми водами. Именно эти эфемерные водоемы наиболее подвержены прямому механическому воздействию, мелиорации, загрязнению удобрениями и иным формам антропогенного влияния. На аналогичные причины исчезновения *T. cancriformis* в районах хозяйственного освоения указывают и другие исследователи [11]. Поэтому на территории большей части своего ареала в аридной и полузасушливой зонах *T. cancriformis* встречается в естественных биотопах с чистой или слабо загрязненной водой (например, в Черноморском и Хоперском заповедниках, на лугах и временных весенних пастбищах), а также в рисовых чеках и прудах рыбхозов. В отличие от территории основного ареала на его северной границе (юг лесной зоны) этот вид щитней населяет в основном мальковые и выростные пруды рыбхозов, куда он заносится с посадочным материалом.

Если для основной территории ареалов *T. cancriformis* и *Streptocephalus torvicornis* имеются сведения по биологии в естественных биотопах и искусственных водоемах [1–5, 7, 9], то аналогичная информация о рачках на северной границе очень ограничена [6, 8]. Материалы, полученные автором (см. таблицу), позволили установить, что в естественных эфемерных водоемах на северной границе ареала *S. torvicornis* встречается в весенний период крайне непродолжительное время, характеризуется небольшими размерами половозрелых рачков, коротким репродуктивным периодом. За пределами ареала сроки активной фазы существования популяций стрептоцефала в рыбоводных прудах зависят только от времени их залития и спуска. В отличие от водоемов Ленинградской обл. [6] в обследованных нами прудах рыбхоза „Пара“ биологические характеристики (продолжительность развития, размеры половозрелых особей, число кладок и количество яиц в них) сходны с таковыми популяций стрептоцефала из основного ареала из-за близких температурных условий (см. таблицу). Видимо, более северные условия неблагоприятны для акклиматизации *S. torvicornis*, поскольку уровень прогрева водной толщи там на 5–10 °С ниже и развитие рачков в процессе метаморфоза заметно растянуто [6].

Условия существования и биологические показатели *Triops cancriformis*  
и *Streptocercus torvicornis* в прудах рыбхоза "Пара" Рязанской области

Место обитания	Срок существования водоема	Температура воды, °C	Время нахождение рачков в водоеме, сут	Число генераций	Продолжительность ювенильного периода, сут	Длина половых бей, мм	Продолжительность репродуктивного периода, сут	Количество кладок у самки 1 генерации	Количество яиц в 1 кладке
----------------	----------------------------	----------------------	--	-----------------	--	-----------------------	--	---------------------------------------	---------------------------

*Triops cancriformis*

Мальковый пруд	20 V - 22 VI	21.6 ± 4.6	27.5 ± 2.5	3	9.5 ± 1.6	23.5 ± 11.6	10.5 ± 8.5	3 ± 2	50.6 ± 25.1
Выростной пруд	V - IX	18.5 ± 10.8	Около 150	7-8	9.6 ± 1.4	26.5 ± 15.3	26.5 ± 15.3	7 ± 6	75.6 ± 42.7

*Streptocercus torvicornis*

Мальковый пруд	20 V - 22 VI	21.6 ± 4.6	27.5 ± 2.5	1	12.3 ± 2.4	23.6 ± 6.6 22.6 ± 6.6	13.0 ± 2.1	5 ± 1	98.6 ± 67.7
Тамбовская, Воронежская области, Хоперский заповедник, лужи	15 IV - 15 VI 30 V	19.7 ± 10.3	Около 30-45	1	12.5 ± 3.1	24.7 ± 6.7 25.1 ± 6.9	22.5 ± 3.1	5 ± 2	99.8 ± 65.7

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

Для *Triops cancriformis* в водоемах северной границы ареала характерны наличие только гермафродитных популяций, а также смена нескольких генераций в течение активной фазы их существования в зависимости от длительности заполнения биотопа водой (см. таблицу). Отличительная особенность биологии летнего щитня в этих водоемах состоит в том, что яйца, отложенные рачками I и II генераций (мальковые пруды) и I-VII генераций (выростные пруды), развиваются без типичной для этого вида диапаузы и дают начало новым поколениям. Выход молоди отмечен через 1-3 сут после откладки яиц. Видимо, это связано с постоянным нахождением яиц в воде, которая в данном случае является стимулом дальнейшего развития яиц и выхода из них молоди. Подобная особенность развития яиц летнего щитня, отложенных в воду и не обсыхающих, приводит к тому, что начиная со сроков II генерации в водоеме одновременно находятся щитни 3 поколений. Рачки нового поколения появляются еще в период жизни особей 2 предыдущих генераций.

### Л и т е р а т у р а

1. Б е н и н г А.Л. Список Euphyllopoda, Amphipoda и Isopoda, собранных Днепровской биологической станцией за лето 1912 года // Тр. Днепров. биол. станции. 1914. № 1.
2. Д е к с б а х Н.К. К распространению и биологии Apusidae В России (1-ое дополнение) // Работы Северо-Кавказ. гидробиол. станции при Горском с.-х. ин-те. 1926. Т. 1, вып. 2.
3. М и р о ш н и ч е н к о М.П. Листоногие раки в прудах Волгоградского осетрового рыбоводного завода // Тр. Волгоград. отд-ния Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1971. Т. 5.
4. П о л и щ у к В.В., Г а р а с е в и ч И.Г. Биогеографические аспекты изучения водоемов бассейна Дуная в пределах СССР. Киев, 1986.
5. С к а д о в с к и й С.П. Гидробиологические исследования по рыбохозяйственному освоению прудов. 1: Степные пруды южных районов СССР // Вестн. Моск. ун-та. Сер. физ.-мат. и естеств. наук. 1954. № 5.
6. С л у ж е в с к а я Э.Б. Опыт интродукции *Streptocephalus torvicornis* (Waga) в пруды Нарвского рыбоводного завода // Десятая сессия Учен. совета по проблемам "Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера", декабрь 1977 г.: Тез. докл. Сыктывкар, 1977.
7. С м и р н о в С.С. Листоногие раки (Phyllopoda) // Жизнь пресных вод СССР. М.; Л., 1940. Т. 1.
8. Ч у в а х и н В.С. О биологии *Apus cancriformis* Schaeffer // Зап. Большев. биол. станции. 1929. Вып. 3.
9. Ш к о р б а т о в Ю.Л. Очерк фауны жаброногих ракообразных временных водоемов // Тр. НИИ биологии Харьков. ун-та. 1950. Т. 14-15.

10. Я ш н о в В.А. Euphyllopoda Мешерской низменности, Рязанской губ. // Тр. Косин. биол. станции. 1929. Вып. 9.
11. H e r b s t H.V. Deutsch existendrochte Branchiopoda und Copepoda (Crustacea) // Arch. Hydrobiol. 1982. Bd 95, N. 1/4.

ВНИИ охраны природы  
и заповедного дела Госкомприроды СССР

УДК 593.16

Б.Ф. Ж у к о в

## ГЕТЕРОТРОФНЫЕ ЖГУТИКОНОСЦЫ В ПЛАНКТОНЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Первые данные по бесцветным (гетеротрофным) жгутиконосцам Рыбинского водохранилища были получены на 14 стандартных станциях в 1971 г. [1, 2]. В настоящем сообщении приведены результаты исследований жгутиконосцев в 10 однодневных рейсах сезона 1988 г. (т.е. 17 лет спустя). Пробы отбирали на 6 стандартных станциях. Метровым батометром выбирали весь столб воды. Интегрированную пробу обрабатывали по принятой ранее методике [3].

За время исследований зарегистрировано 26 видов зоофлагеллат из 7 отрядов (см. список видов). Наибольшее видовое разнообразие приходится на отряды *Choanoflagellida* и *Kinetoplastida*. В сезонной динамике жгутиконосцев, как и в 1971 г., прослеживаются 2 пика численности (см. рисунок) и биомассы: весенний и позднелетний. Следует отметить, что лето 1988 г. было необычно жарким, поэтому уже к началу июня температура воды на всех станциях выравнивалась и поднималась до 16–17 °С, а в июле–августе весь водоем был прогрет до 22–23.4 °С. В октябре температура воды понизилась до 9.6 °С, т.е. стала близкой к значениям, отмеченным в первом майском рейсе 4–7.8 °С. Высокие летние температуры и низкий уровень воды этого года безусловно повлияли на развитие некоторых групп зоофлагеллат.

Выявлены закономерности распределения гетеротрофных флагеллат по станциям (см. таблицу). Наибольшие значения численности и биомассы отмечены на станциях Коприно, Молога и Средний Двор. Наиболее бедными станциями в течение всего сезона были Измайлово и Наволок, т.е. те, которые расположены в открытой части водохранилища. 25 мая абсолютный максимум численности зарегистрирован на ст. Молога, биомассы – на ст. Коприно. Обе станции расположены в Волжском плёсе Рыбинского водохранилища. Следует отметить, что весенний пик сформировался преимущественно за счет бикозооцид (*Bicoeca lacustris*) и мелких хризифитовых жгутиконосцев (*Oicomonas* sp.). Летний же пик в Волжском плёсе

## СПИСОК ВИДОВ

### Отряд Choanoflagellida Kent

*Codonosiga botrytis* (Ehrnb.) Stein  
*Monosiga ovata* Kent  
*Salpingoeca amphora* Kent  
*S. vaginicola* Stein  
*Desmarella moniliformis* Kent  
*Aulomonas purdyi* Lackey  
*Stelaxomonas dichotomata* Lackey  
*Protospongia haeckeli* Kent

### Отряд Bicosoecida Grasse et Deflandre

*Bicoeca lacustris* Clark  
*B. planctonica* Kiss.  
*B. socialis* (Lauterborn) Skuja

### Отряд Kinetoplastida Honigberg

*Bodo saltans* Ehrenberg  
*B. minimus* Klebs  
*B. angustatus* (Stein) Bütschli  
*B. rostratus* (Kent) Klebs  
*B. repens* Klebs  
*Rhynchomonas nasuta* (Stokes) Klebs

### Отряд Cercomonadida Mylnikov

*Cercomonas* sp. (*longicauda*)

### Отряд Chrysomonadida Stein

*Anthophysa vegetans* (O. Müller) Stein  
*Monas* sp.  
*Oicomonas* sp.  
*Pteridomonas pulex* Penard

### Отряд Euglenida Bütschli

*Anisonema ovale* Dujardin

### Отряд Cryptomonadida Senn

*Cyathomonas truncata* Fromental

Виды неопределенного систематического положения

*Phyllomitus apiculatus* Skuja  
*Spiromonas angusta* Alexeieff

обусловлен в основном развитием воротничковых жгутиконосцев (*Codonosiga botrytis* и *Protospongia haeckeli*). В то же время высокие значения численности, отмеченные 12 июля на ст. Коприно, вызваны развитием бесцветных хризомонад (*Antho-*

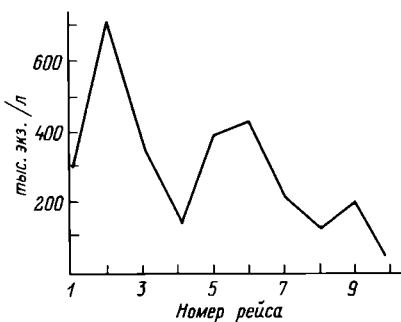
Численность (над чертой, тыс. экз./л) и биомасса (под чертой, мг/л) гетеротрофных флагеллат

Дата (номер рейса)	Ст. Коприно	Ст. Молога	Ст. Наволок	Ст. Измайлово	Ст. Средний Двор	Ст. Брейтово
11 мая (1)	<u>954</u> 0.028	<u>318</u> 0.018	<u>159</u> 0.007	<u>53</u> 0.003	<u>265</u> 0.017	<u>318</u> 0.030
25 мая (2)	<u>1007</u> 0.091	<u>1484</u> 0.059	<u>1060</u> 0.027	<u>106</u> 0.002	<u>742</u> 0.056	<u>318</u> 0.011
14 июня (3)	<u>477</u> 0.027	<u>377</u> 0.034	<u>212</u> 0.008	<u>212</u> 0.008	<u>848</u> 0.046	<u>371</u> 0.011
28 июня (4)	<u>265</u> 0.015	<u>159</u> 0.009	<u>53</u> 0.003	<u>265</u> 0.017	<u>318</u> 0.021	<u>106</u> 0.006
12 июля (5)	<u>689</u> 0.042	<u>424</u> 0.014	<u>159</u> 0.012	<u>477</u> 0.024	<u>477</u> 0.023	<u>583</u> 0.022
26 июля (6)	<u>1060</u> 0.072	<u>530</u> 0.039	<u>159</u> 0.015	<u>477</u> 0.039	<u>265</u> 0.016	<u>424</u> 0.025
9 августа (7)	<u>424</u> 0.030	<u>318</u> 0.024	<u>212</u> 0.008	<u>159</u> 0.005	<u>265</u> 0.013	<u>159</u> 0.016
13 сентября (8)	<u>265</u> 0.005	<u>159</u> 0.007	<u>53</u> 0.001	<u>212</u> 0.013	<u>106</u> 0.002	<u>212</u> 0.010
28 сентября (9)	<u>106</u> 0.004	<u>159</u> 0.004	<u>371</u> 0.024	<u>424</u> 0.021	<u>265</u> 0.013	<u>159</u> 0.009
11 октября (10)	<u>106</u> 0.007	<u>106</u> 0.002	<u>53</u> 0.006	<u>53</u> 0.003	<u>53</u> 0.002	<u>106</u> 0.007

Сезонная динамика численности жгутиконосцев (усредненные данные по 6 станциям).

*physa vegetans* и *Monas* sp.), а на ст. Брейтово, Средний Двор и Измайлово – развитием воротничковых жгутиконосцев. Усиленное развитие представителей родов *Anthophysa* и *Monas*, возможно, связано с высокими летними температурами и повышением сапробности воды, поскольку *Anthophysa vegetans* и большинство монасов служат показателями увеличения сапробности.

Таким образом, численность и биомасса гетеротрофных флагеллат в 1988 г. были более значительными, чем в 1971 г., особенно во время весеннего и летнего пиков. Несколько отличался и видовой состав. К тому же, в 1988 г. в планктоне менее представлены воротничковые жгутиконосцы и бикозооциды.



## Л и т е р а т у р а

1. Жуков Б.Ф. Бесцветные жгутиконосцы в планктоне Рыбинского водохранилища // Гидробиол. журн. 1973. Т. 9, № 6.
2. Жуков Б.Ф. Зоофлагеллаты в планктоне волжских водохранилищ // Биология, морфология и систематика водных организмов. Л., 1976.
3. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975.

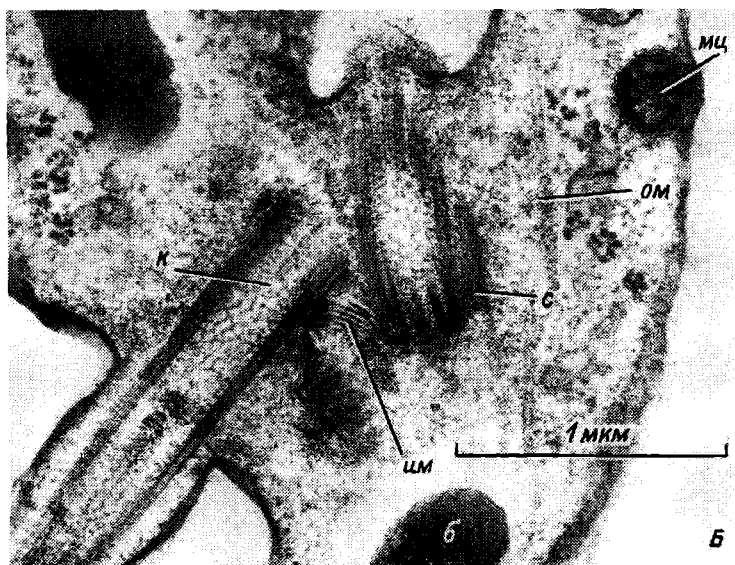
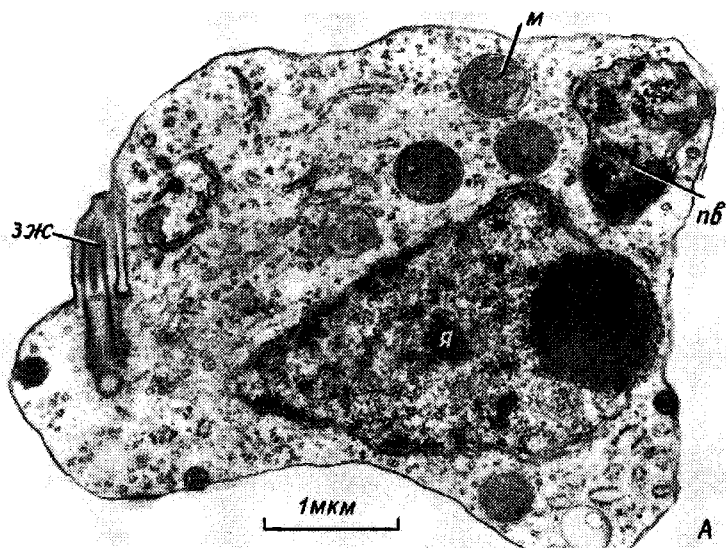
Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 575.311 : 593.1

А.П. М ы л ь н и к о в

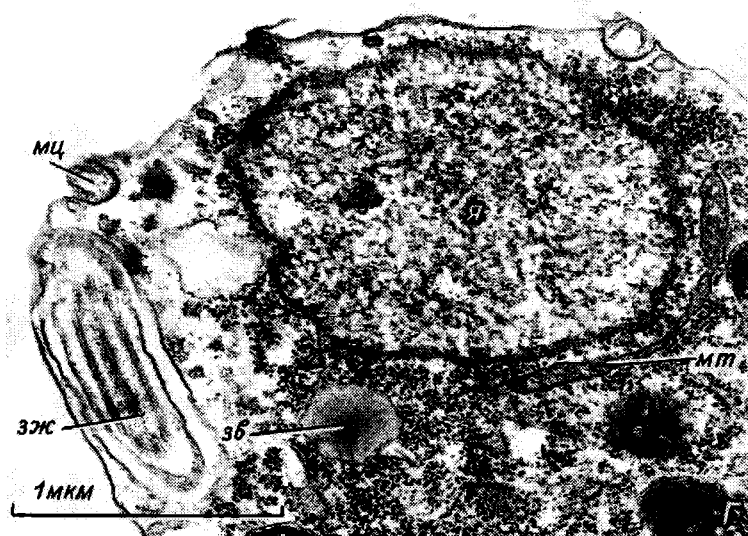
## СТРОЕНИЕ КЛЕТОК ЖГУТИКОНОСЦА *CERCОВОДО СОМЕТА*

В настоящее время бесцветные жгутиконосцы интенсивно изучаются с целью выяснения их тонкого строения. Большой интерес в этом отношении представляют амебоидные жгутиконосцы отряда *Cercomonadida*, широко распространенные в пресных водах [2]. Одной из главных особенностей этих простейших является сохранение



# Строение *Cercobodo cometa*.

А - продольный срез клетки; Б - расположение кинетосом; В - срез переднего конца клетки; Г - строение ядра и митохонд. б - симбиотическая бактерия; зв - запасное вещество; жз - задний жгутик, проходящий в канале; им - исчерченный мостик, соединяющий кинетосомы; к - кинетосома; кГ - комплекс Гольджи; м -



Продолжение рисунка.

митохондрия; мк – микротрубочковый конус; мт – микротельце; мц – микротоксициста; ом – отдельная микротрубочка; п – псевдоподия; пв – пищеварительная вакуоль; с – сателлиты кинетосом; я – ядро.

3. (М ы л ь н и к о в А.П.) M y l n i k o v A.P. Ultrastructure of a colourless amoeboid flagellate, *Cercomonas* sp. // Arch. Protistenk. 1986. Bd 131, H. 3/4.
4. S c h u s t e r F.L., P o l l a c k A. Ultrastructure of *Cercomonas* sp., a free-living amoeboid flagellate // Arch. Protistenk. 1978. Bd 120, H. 1/2.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 574.583 : 593.175

З.М. М ы л ь н и к о в а

# ПЛАНКТОННЫЕ ИНFUЗОРИИ КАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

В статье впервые приведены видовой состав, численность, биомасса и распределение инфузорий в камских водохранилищах, дана оценка их сапробного состояния.

Пробы отбирали батометром с поверхностного и придонного горизонтов в августе 1987 г. Подсчет инфузорий производили в живом состоянии в пробах воды объемом 50 мл в камерах Богорова под бинокулярном без предварительного концентрирования. Мелкие формы изучали под микроскопом. Видовую принадлежность инфузорий устанавливали по определителю Каля [3] и другим руководствам.

Видовой состав инфузорий был однообразен и беден. В основном встречались формы, доминирующие в волжских водохранилищах (табл. 1) [1]. Помимо приведенных в табл. 1 видов в единичных экземплярах выявлены *Vorticella anabaena* и *Coleps hir-tus*.

В Камском плёсе Куйбышевского водохранилища на участке от пос. Камское Устье до г. Набережные Челны отмечены 4 вида инфузорий. По численности преобладал *Tintinnopsis cylindrata* (250 тыс. экз./м<sup>3</sup>), по биомассе — *Tintinnidium fluviatile* (15 мг/м<sup>3</sup>). Средняя численность инфузорий составляла 215 тыс. экз./м<sup>3</sup>, средняя биомасса — 15,3 мг/м<sup>3</sup>.

В Нижнекамском водохранилище по качественному и количественному составу инфузорий наиболее богат район выше устья р. Белой, где численность простейших достигала 2,3 млн экз./м<sup>3</sup>, а биомасса — 224 мг/м<sup>3</sup>. По численности доминировали *Codonella cratera*, *Tintinnidium fluviatile*, *Strobilidium velox*, по биомассе — *S. velox* и *Stokesia vernalis* (табл. 1). На других станциях встречались лишь единичные экземпляры инфузорий, ниже г. Сарапула они полностью отсутствовали.

Т а б л и ц а 1

Численность (над чертой, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (под чертой, мг/м<sup>3</sup>) массовых видов инфузорий в планктоне камских водохранилищ

Вид	Нижнекамское					Воткинское			
	у г. Набережные Челны	устье р. Иж	устье р. Белая	выше устья р. Белая	у г. Сапул	у пос. Уральский	ниже г. Оханска	ниже устья р. Туква	у с. Крюково
<i>Tintinnidium fluviatile</i> Stein, 1833	-	-	-	$\frac{400}{20}$	-	$\frac{250}{12.5}$	$\frac{200}{10}$	$\frac{200}{10}$	-
<i>Strombidium viride</i> Stein, 1932	-	-	-	$\frac{400}{20}$	-	$\frac{150}{7.5}$	$\frac{225}{11.2}$	$\frac{200}{7.5}$	-
<i>Strobilidium velox</i> Faure-Fr., 1924	-	$\frac{3.3}{0.9}$	$\frac{13.2}{3.9}$	$\frac{350}{105}$	-	$\frac{25}{7.5}$	$\frac{175}{52.5}$	-	$\frac{50}{15}$
<i>Stokesia vernalis</i> Wenzlich, 1929	-	-	$\frac{3.3}{1.2}$	$\frac{125}{50}$	-	-	$\frac{25}{10}$	-	-
<i>Tintinnopsis eilindrata</i> Kof-Cam., 1892	$\frac{250}{5}$	$\frac{3.3}{0.07}$	$\frac{9.9}{0.2}$	$\frac{300}{6}$	-	$\frac{50}{1.0}$	-	-	-
<i>Codonella cratera</i> Leyd, 1877	$\frac{6.6}{3.3}$	-	-	$\frac{450}{22.5}$	-	$\frac{225}{11}$	$\frac{25}{1.25}$	$\frac{150}{7.5}$	$\frac{50}{2.5}$

Примечание. Прочерк означает, что данные виды отсутствуют.

Средние количественные показатели инфузорий  
в водохранилищах Волги и Камы

Водохранилище	Численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>	Сапробность
Горьковское	1508	61.8	1.74
Чебоксарское	1310	101	1.68
Куйбышевское	305	22.5	1.88
Нижнекамское	464	47	1.78
Воткинское	519	45	1.71
Саратовское	305	36	1.92
Волгоградское	581	50.6	1.81

В Воткинском водохранилище инфузории распределены более равномерно, чем в Нижнекамском. Показатели их численности от с. Крюково до пос. Уральский возрастали от 100 до 850 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Доминировали те же виды, что и в Нижнекамском водохранилище. Наибольшая биомасса (95 мг/м<sup>3</sup>) отмечена ниже г. Оханска за счет развития *Strobilidium velox* и *Tintinnidium fluvatile*.

Сопоставляя данные по видовому составу, численности и биомассе планктонных инфузорий камских водохранилищ летом 1987 г. с таковыми, полученными для волжских, в частности для Куйбышевского, Саратовского и Волгоградского водохранилищ, можно отметить, что они близки, принципиальных отличий между рассматриваемыми водоемами нет. В Горьковском же и Чебоксарском водохранилищах численность инфузорий была в 3 раза выше, чем в камских и нижеволжских (табл. 2).

На основании проведенных наблюдений впервые по инфузориям дана оценка сапробного состояния вод от пос. Камское Устье до г. Перми. Оценку сапробности осуществляли по 6 наиболее распространенным и многочисленным видам, которые по общепринятой таблице сапробности считаются показателями олиго- и  $\beta$ -мезосапробной зоны. Полученные материалы показали, что повышенные значения индексов сапробности выявлены в устьях рек Иж и Белая (соответственно 1.85 и 1.91) Нижнекамского водохранилища и ниже г. Оханска и пос. Уральского (соответственно 2.0 и 1.82) Воткинского водохранилища. На участке пос. Камское Устье — г. Набережные Челны биологическая сапробность была несколько ниже средней по всей Каме и соответствовала олиго-  $\beta$ -мезосапробной зоне. В целом на основании исследования протозойного планктона можно сделать вывод, что обследованная акватория относилась к  $\beta$ -мезосапробному классу с небольшими колебаниями на отдельных участках, что соответствует данным по фитопланктону, полученным ранее [2].

1. М и л ь н и к о в а З.М. Планктонные инфузории волжских водохранилищ // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1990. № 85.
2. О х а п к и н А.Г., К у з ь м и н Г.В. Сапробность вод Волги и Камы // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1977. № 36.
3. K a h l A. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) // Die Tierwelt Deutschlands. Jena, 1930-1935.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 639.3.043.2

В.Б. В е р б и ц к и й, Т.И. В е р б и ц к а я

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ BOSMINA LONGIROSTRIS O.F. MÜLLER ЛИЧИНКАМИ РЫБ

Живые корма характеризуются высокой пищевой ценностью для личинок рыб. Они обладают необходимым набором незаменимых аминокислот, ферментов, витаминов. Поэтому считается целесообразным первые 7-10 сут подрашивать личинок обязательно с использованием живых кормов. В качестве стартовых кормов для личинок рыб в разное время предлагались коловратки рода *Brachionus*, ветвистоусый рачок *Chydorus sphaericus*, науплиусы артемий. Босмины такой же мелкий корм, как хидорусы и науплиусы артемий, и активно поедаются в водоемах личинками различных видов рыб.

Задача данной работы заключалась в исследовании роста, обмена и эффективности питания личинок карпа при кормлении босминами в условиях лоткового подрашивания.

Опыты по подрашиванию личинок проводили в проточных лотках объемом 1 л каждый со скоростью водообмена 5-6 л/ч. Воду использовали артезианскую, отстоянную, аэрированную, подогретую до температуры 25.5-27 °С, с содержанием кислорода 4.8-5.4 мг/л. В качестве контрольного корма использовали науплиусов артемий. Корм давали в избытке. Подрашивание вели в течение 14 сут. Контрольные измерения личинок проводили 1 раз в 2 сут; плотность посадки - 300 экз./л. Всего исследовано 386 личинок, у которых определяли массу и длину тела до конца хвостового плавника.

Удельные скорости роста массы тела личинок рассчитывали по формуле  $C_W = \ln W_2 - \ln W_1 / \Delta \tau$ , где  $C_W$  - удельная скорость роста

Т а б л и ц а 1

Параметры роста личинок карпа при кормлении живыми кормами

Подращивание, сут	Средняя масса одной личинки, мг	Удельная скорость роста массы, сут <sup>-1</sup>	Средняя длина одной личинки, мм	Удельная скорость линейного роста, сут <sup>-1</sup>
К о р м л е н и е   б о с м и н а м и				
1-4-е	2.61	0.31±0.05	7.98	0.07±0.004
4-6-е	5.83	0.37±0.12	9.59	0.06±0.020
6-7-е	9.97	0.42±0.19	10.77	0.12±0.040
7-8-е	14.88	0.39±0.19	11.44	0.01±0.003
8-9-е	19.76	0.20±0.13	12.29	0.13±0.004
9-11-е	25.73	0.15±0.06	13.32	0.02±0.020
11-14-е	39.73	0.17±0.03	15.35	0.08±0.060
К о р м л е н и е   н а у п л и у с а м и   а р т е м и и				
1-4-е	3.91	0.36±0.03	8.49	0.09±0.010
4-6-е	9.05	0.31±0.06	10.70	0.06±0.010
6-9-е	17.60	0.23±0.03	12.36	0.05±0.010
9-12-е	31.46	0.17±0.02	14.20	0.04±0.010
12-14-е	42.64	0.07±0.04	15.54	0.03±0.020

массы тела, сут<sup>-1</sup>;  $W_1$  и  $W_2$  – масса в последовательные даты промеров, мг;  $\Delta t$  – период времени между контрольными промерами [4]. Удельные скорости линейного роста личинок вычисляли аналогично.

Изучение газообмена проводили в 17 опытах на личинках массой от 1.1 до 176 мг. Скорость потребления кислорода (СПК) определяли методом замкнутых сосудов по Винклеру. Респирометры на время экспозиции ставили в лотки. Зависимость интенсивности дыхания от массы тела личинок рассчитывали методом наименьших квадратов по уравнению  $\lg Q = \lg a - (1 - k) \lg W$ , где  $Q$  – интенсивность дыхания личинок;  $W$  – масса, мг;  $a$  – коэффициент, выражающий величину потребления кислорода рыбой при  $W = 1$ ;  $k$  – коэффициент, показывающий, с какой скоростью изменяется обмен при увеличении массы рыбы [1].

Приросты массы, суточные рационы и траты на энергетический обмен личинок вычисляли по известным формулам [5]. Неусвоенную часть рациона принимали равной 20 %. Коэффициенты использования личинками энергии пищи на рост ( $K_1$  и  $K_2$ ) определяли по В.С. Ивлеву [2]. Статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам [3].

При кормлении и босминами, и науплиусами артемий личинки на 9-11-е сутки подращивания достигали средней массы 25-30 мг, обеспечивающей им достаточную жизнестойкость при вселении в водоемы. На 14-15-е сутки их масса равнялась 46-83 мг. Выживаемость личинок составляла 97-98 %. Расчет среднесуточных удельных скоростей роста личинок показал, что как при кормлении босминами, так и при кормлении науплиусами артемий личинки

Т а б л и ц а 2

Параметры степенных уравнений, связывающих обмен и массу тела личинок карпа

Статистический параметр	Вид корма		Среднее
	босмины	науплиусы артемий	
$W_{\min} - W_{\max}, \text{мг}$	1.1-176.0	1.5-53.0	1.1-176.0
$\lg Q$	0.154	0.189	0.153
$\lg W$	0.544	0.614	0.504
$r$	-0.62	-0.92	-0.85
$\lg a$	0.153	0.239	0.230
$\sigma \lg a$	0.121	0.077	0.080
$a$	1.42	1.73	1.70
$K$	0.83	0.72	0.78
$\sigma K$	0.04	0.04	0.04
$n$	26	9	35

П р и м е ч а н и е.  $r$  - коэффициент корреляции между  $\lg Q$  и  $\lg W$ ,  $\sigma$  - стандартное отклонение,  $n$  - количество личинок.

карпа имели максимальные темпы роста в первые 8-9 сут активного питания. Затем наблюдалось снижение удельной скорости роста по массе в 3-5 раз и линейного в 1.5 раза по сравнению с максимальными величинами (табл. 1).

По величинам СПК личинками разной массы рассчитаны параметры, входящие в уравнение зависимости интенсивности дыхания от массы тела личинок (табл. 2).

Для получения средних суточных рационов и энергетического баланса личинок при кормлении босминами использованы собственные данные по росту и интенсивности дыхания личинок, а также по их биохимическому составу. В связи с тем что фактическое подращивание личинок в условиях производства длится максимум 10 сут, расчеты провели для этого периода времени (табл. 3).

Величины коэффициентов использования энергии потребленной пищи на рост ( $K_1$ ) и использования энергии ассимилированной пищи на рост ( $K_2$ ) свидетельствуют о достаточно высокой эффективности потребления личинками босмин. При этом значение коэффициента  $K_1$  близко величине, определенной В.И. Филатовым с соавторами [6] для личинок карпа, подращиваемых на науплиусах артемии (47 и 46.8 % соответственно). Кормовой коэффициент босмин равен 2.1.

Таким образом, нами установлено, что при кормлении живыми рачками *Bosmina longirostris* личинки карпа имеют высокий темп роста, не уступающий темпу роста личинок, питающихся

Т а б л и ц а 3

Элементы уравнения энергетического баланса личинок карпа, подрашиваемых в течение 10 сут при кормлении босминами

Время, сут	Масса, мг	Прирост % от массы	Траты на энер- гетический об- мен, % от массы	Расчетный рацион		K <sub>1</sub> , %	K <sub>2</sub> , %
				% от массы	% от ЭЭМ		
1	1.5	40.0	27.4	93.3	88.9	37.5	46.9
2	2.2	31.8	25.3	72.7	69.2	44.4	55.5
3	3.2	31.2	23.4	68.7	63.2	50.0	62.5
4	4.7	31.9	21.7	68.1	64.3	50.0	62.5
5	6.7	29.8	20.1	65.7	64.1	44.0	55.0
6	9.5	29.5	18.8	63.2	63.2	47.0	58.8
7	13.0	26.9	17.5	57.7	56.6	48.8	61.0
8	17.3	24.8	16.4	53.2	51.5	48.1	60.1
9	22.2	22.1	15.4	49.1	47.7	46.8	58.5
10	27.3	18.7	14.6	43.9	42.8	42.6	53.3

П р и м е ч а н и е. ЭЭМ – энергетический эквивалент массы.

науплиусами артемий. Выживаемость личинок составляет 97–98%. Полученные величины рациона и коэффициентов использования энергии потребленной и ассимилированной пищи на рост свидетельствуют о высокой эффективности питания личинок карпа босминами.

### Л и т е р а т у р а

1. В и н б е р г Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. М., 1956.
2. И в л е в В.С. О превращении энергии при росте беспозвоночных // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1938. Т.47, № 4.
3. Л а к и н Г.Ф. Биометрия. М., 1980.
4. М и н а М.В., К л е в е з а л ь Г.А. Рост животных. М., 1976.
5. О б щ и е основы изучения водных экосистем. Л., 1979.
6. Ф и л а т о в В.И., Д а н ч е н к о А.Д., П е ч н и к о в а И.В. Эффективность использования науплиев *Artemia salina* молодью рыб // Сб. науч. трудов ВНИИ пруд. рыб. хоз-ва. М., 1979. Вып. 24.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

В.В. Кузьмина

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ  
ГИДРОЛИЗ БЕЛКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ  
КОРМА У РУССКОГО ОСЕТРА

Известно, что темпы роста, а также возможность функционирования различных систем организма животных, в том числе и рыб, в значительной мере определяются условиями питания и эффективностью функционирования пищеварительной системы. Одним из основных факторов, лимитирующих усвоение пищевых субстратов, является активность пищеварительных ферментов, участвующих в гидролизе биополимеров до уровня моно- и олигомеров, способных транспортироваться через апикальную мембрану эпителиальных клеток пищеварительного тракта и попадать во внутреннюю среду организма. Сведения об активности ферментов цепи протеаз в пищеварительном тракте русского осетра отсутствуют. Вместе с тем такого рода данные важны для оценки состояния популяций русского осетра, особенно в условиях появления у некоторых особей патологических изменений мышечной ткани.

Наиболее удобной моделью для изучения гидролитических функций пищеварительного тракта рыб является слизистая оболочка, так как в этой ткани сосредоточены ферменты, синтезированные самими эпителиоцитами, а также ферменты, синтезированные поджелудочной железой, что позволяет оценивать все звенья гидролитической цепи.

Цель работы состояла в изучении активности ряда протеолитических ферментов в желудке и кишечнике русского осетра (*Acipenser güldenstädti* L.) с разной степенью поражения мышечной ткани.

Работа проведена летом 1988 г. Исследована 41 особь русского осетра, поступающего на рыбзавод г. Астрахани из тони Мужичьей в июне, а также отловленного на тоне Чкаловской в августе.<sup>1</sup> Размер рыб 1.2–1.5 м, масса – 20–24 кг. Определяли активность кислых и щелочных протеиназ и активность глициллейциндипептидазы (К.ф.3.4.13.2). Методы определения ферментативной активности описаны ранее [1]. Экспериментальные данные обработаны статистически по стандартным программам на ЭВМ MERA CAMAC 125 SM/4A.

Из данных, касающихся характеристик гидролитических функций пищеварительного тракта осетра, отловленного на участке р.Волги, находящемся на значительном расстоянии от моря (приблизительно 200 км, тона Мужичья) (табл. 1), видно, что в желудке и в кишечнике, несмотря на отсутствие пищи, выявлена активность основ-

<sup>1</sup> Материал и данные о степени поражения мышц любезно представлены В.В. Лукьяненко.

Т а б л и ц а 1

Активность ферментов слизистой желудка и кишечника осетра из р. Волги (тоня Мужичья), ммоль/(г · мин)

Показатель	Желудок (9)	Кишечник (11)
Кислые протеиназы	0.86±0.16	0.60±0.24
Щелочные протеиназы	0.30±0.06	1.11±0.33
Дипептидазы	4.74±0.70	3.35±0.27
Активность дипептидаз / активность протеиназ, pH 2.2	5.51	5.58
Активность дипептидаз / активность протеиназ, pH 7.4	15.80	3.02

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2, 3 в скобках указано число исследованных рыб.

ных групп ферментов, обеспечивающих гидролиз белковых компонентов корма. При этом уровень активности щелочных протеиназ в кишечнике достоверно выше, чем в желудке. Уровень активности кислых протеиназ и глициллейциндипептидазы, напротив, в желудке недостоверно выше, чем в кишечнике. Также интересно отсутствие существенных различий в величине коэффициента отношения активности дипептидаз и кислых протеиназ в различных участках пищеварительного тракта рыб. Ввиду небольшого размера выборки и относительной однородности материала (начальная и средняя степень поражения мышц) дифференцированный анализ не проводился.

Активность пищеварительных ферментов также определена у питающегося осетра, отловленного на участке р. Волги, который находится на меньшем расстоянии от моря (приблизительно 70 км, тоня Чкаловская). Данные для всей выборки рыб, а также для самцов и самок суммированы без учета состояния мышечной ткани (табл. 2). Те же данные с учетом степени поражения мышц приведены в табл. 3.

Существуют определенные половые различия в уровне активности одноименных ферментов (табл. 2). Так, у самок в отличие от самцов выше активность щелочных протеиназ в 1.3 раза, а активность дипептидаз – в 1.5 раза. Данные, полученные при исследовании кислых протеиназ желудка, близки выявленным при исследовании щелочных протеиназ кишечника: у самок активность основных ферментов цепи протеаз во всех регионах пищеварительного тракта выше, чем у самцов.

Анализ материала показал, что визуально определяемые поражения мышц не наблюдались лишь у 5 особей (стадия I); у 4 – отмечены незначительные признаки поражения (стадии I и II). Выше-названные особи осетра условно обозначены „нормальными”. Более значительные поражения мышц отмечались у 17 особей (стадии II

Т а б л и ц а 2

Активность ферментов слизистой пищеварительного тракта  
осетра из дельты р. Волги (тона Чкаловская), ммоль/(г · мин)

Показатель	Вся выборка (30)	Самцы (15)	Самки (15)
Ж е л у д о к			
Активность кислых протеиназ, pH 2.2	0.83±0.06	0.64±0.12	1.02±0.12
Активность протеиназ, pH 5	0.57±0.06	0.62±0.12	0.52±0.09
Активность кислых протеиназ, pH 2.2/активность протеиназ, pH 5	1.46	1.03	1.96
К и ш е ч н и к			
Общая протеолитическая активность, pH 7.4	1.47±0.17	1.29±0.17	1.64±0.33
Активность дипептидаз	2.64±0.31	2.12±0.40	3.19±0.40
Активность дипептидаз / активность щелочных протеиназ, pH 7.4	1.80	1.64	1.95

Т а б л и ц а 3

Активность ферментов слизистой пищеварительного тракта  
у осетра с разной степенью поражения мышц, ммоль/(г · мин)

Показатель	Норма (9)	Начальная стадия (17)	Значительное поражение (4)
Ж е л у д о к			
Активность кислых протеиназ, pH 2.2	0.75±0.12	1.01±0.17	0.69±0.32
Активность протеиназ, pH 5	0.60±0.09	0.62±0.15	0.56±0.12
Активность кислых протеиназ, pH 2.2 / активность протеиназ, pH 5	1.25	1.62	1.23
К и ш е ч н и к			
Общая протеолитическая активность, pH 7.4	1.75±0.33	1.18±0.32	1.62±0.32
Активность дипептидаз	2.52±0.38	2.13±0.30	4.36±1.30
Активность дипептидаз / активность щелочных протеиназ, pH 7.4	1.44	1.81	2.69

и III). Обширные и глубокие очаги поражения выявлены лишь у 4 особей осетра (стадии III и IV). Ввиду отсутствия четких количественных критериев оценки стадии патологии эти данные были разбиты на 2 группы: в одну из них вошли рыбы с начальной стадией поражения, в другую – со значительным поражением мышц (табл. 3).

Сопоставление результатов (табл. 2, 3) показывает, что уровень активности исследованных гидролаз у „нормальных“ особей осетра близок полученному для всей выборки рыб. В большинстве случаев не наблюдается направленных изменений величины ферментативной активности по мере усиления патологического процесса. Заслуживает внимания лишь увеличение значений коэффициента отношения активности дипептидаз к активности щелочных протеиназ, который последовательно увеличивается от 1.44 до 2.69. Этот показатель может свидетельствовать о наличии патологии. Предположение подтверждается тем, что у исследованных самцов активность глициллейциндипептидазы достоверно ниже, чем у самок ((2.1±0.4) и (3.2±0.4) ммоль/(г·мин) соответственно). Поскольку в данной работе фактически отсутствовал контроль, представляется целесообразным сравнение исследованных характеристик с таковым у других рыб. Уровень активности кислых протеиназ в желудке пластиножаберных рыб колеблется от 5.0 до 7.7, у стерляди он близок 9.0, у костистых рыб Волжского бассейна – от 10.4 до 15.1 ммоль/(г·мин). У русского осетра активность кислых протеиназ желудка на 1–2 порядка ниже, чем у стерляди, и особенно у костистых рыб. Различия в активности кишечных протеиназ у русского осетра и других видов рыб несколько ниже. Так, у пластиножаберных уровень общей протеолитической активности слизистой оболочки кишечника колеблется от 1.2 до 1.8, у стерляди – составляет 5.3, у костистых – изменяется от 2.2 до 4.8 ммоль/(г·мин). Сравнение приведенных результатов свидетельствует о том, что уровень щелочных протеиназ кишечника у русского осетра в 3–5 раз ниже, чем у большинства исследованных видов рыб, в том числе и наиболее близкой в систематическом отношении стерляди. Активность дипептидаз в ряде случаев приблизительно в 2 раза выше, чем у костистых рыб. Таким образом, активность протеиназ, особенно желудочных ферментов, аномально низка. Вследствие этого возможно снижение эффективности питания рыб, в частности снабжения организма белковыми компонентами.

Поскольку низкий уровень активности протеиназ характерен для всех исследованных особей русского осетра, есть основание предположить, что наблюдаемое явление снижения активности протеиназ характерно для всей или значительной части популяции. Вследствие этого можно ожидать широкого распространения патологии мышечной ткани у осетра и, возможно, у других видов рыб.

1. Кузьмина В.В., Егорова С.Д. Морфо-физиологическая характеристика щуки и леща на ранних этапах онтогенеза (размерно-весовой рост, содержание белка и активность протеаз) / ИБВВ АН СССР. 1988. 44 с. Деп. в ВИНТИ. 14.01.1988, № 319-В 88 деп.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 597-11 + 597-1.05

А.В. Лысанов, В.Р. Микряков

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ  
ОБЩЕГО БЕЛКА И БАКТЕРИОАГГЛЮТИНИНОВ  
У КАРПА (*CYPRINUS CARPIO L.*)  
В УСЛОВИЯХ ТЕПЛОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Развитие индустриального рыбоводства на теплых водах требует всестороннего изучения влияния на организм рыб биотических и абиотических факторов среды, так как выращиваемые карпы в условиях высоких температур в течение всего года часто реагируют снижением сопротивляемости к инфекционным и инвазионным болезням, что связано с изменением иммуно-физиологического статуса рыб. Если вопросы о сезонной динамике физиолого-биохимических показателей, которые отражают состояние организма карпа, исследованы относительно полно [3, 5], то сезонные изменения иммунологических показателей у рыб тепловодных хозяйств практически не изучены. В связи с этим были проанализированы изменения бактериоагглютининов и содержание общего белка в сыворотке крови карпа в тепловодном хозяйстве в сезонном аспекте.

Исследованию подвергали сыворотку крови, полученную от сеголетков и двухлетков карпа из Волгореченского тепловодного хозяйства (ВПЭРХ) Костромской ГРЭС. Отбор проб проводили ежемесячно с марта 1988 по март 1989 г. по 25-30 экз.

Содержание общего белка определяли рефрактометрическим методом на приборе ИРФ-454(Б), антитела - реакцией агглютинации по Видалю [2]. В качестве бактериального антигена использовали инактивированную нагреванием при 56-60 °С суточную культуру *Aeromonas punctata* (штамм 71), выращенную на рыбо-пептонном агаре.

Проведенные исследования показали, что уровень общего белка и содержание бактериоагглютининов у рыб в условиях тепловодного хозяйства в течение года колеблются с разной интенсивностью (рис. 1, 2). При соблюдении биотехнических нормативов выращи-

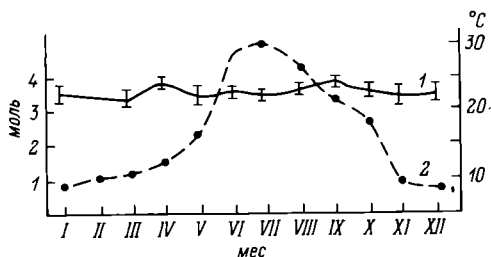


Рис. 1. Динамика содержания общего белка (1) в сыворотке крови карпа и температуры воды (2).

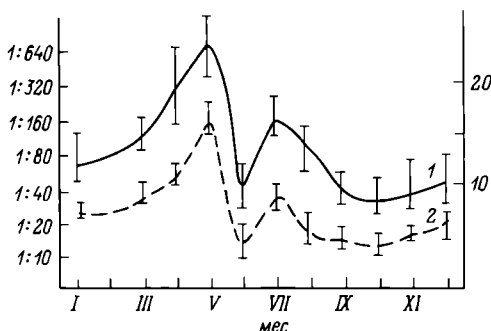


Рис. 2. Динамика изменения бактериоагглютининов.

По оси ординат: слева — титр агглютининов в разведениях сыворотки крови (1), справа — интенсивность реакции агглютинации (2) в сумме средних баллов исследуемой выборки.

вания величины содержания общего белка меняются в интервале 3.3–3.9 моль (рис. 1). Низкие показатели белка установлены в марте, высокие — в апреле и сентябре.

Сравнение характера изменений общего белка с температурой воды не позволило установить определенной связи между ними (рис. 1).

В отличие от белка изменения в содержании нормальных антител подвержены более сильным колебаниям (рис. 2). Так, с весенним повышением температуры воды и увеличением светового дня отмечается возрастание содержания бактериоагглютининов в сыворотке крови в марте–мае. В июньских пробах исследуемые показатели были минимальными. В дальнейшем титры антител после кратковременного повышения в июле и августе постепенно начинали убывать, что, вероятно, связано с замедлением темпов обменных процессов, вызванных понижением температуры воды, либо исчезновением бактериального антигена. С ноября по февраль содержание нормальных антител в сыворотке крови карпа в тепловодном хозяйстве продолжало оставаться низким с тенденцией к повышению в конце зимовки.

Отмеченное в июне резкое снижение концентрации бактериоагглютининов в сыворотке крови рыб, несмотря на высокие температуры воды, трудно объяснить (рис. 2). Можно лишь предположить, либо это обусловлено изменением синтетических процессов, происходящих в организме рыб, вызванных внутренними ритмами жизнедеятельности в связи с годовыми циклами [4, 6], либо элиминацией из организма бактериального антигена данного вида вследствие интенсификации процессов их разрушения клеточной системой иммунитета, либо стрессирующим влиянием рыбоводных мероприятий, проводимых в хозяйстве в момент исследования (сортировка и пересадка рыб). Известно, что у рыб под воздействием стрессирующих агентов показатели иммунитета снижаются [8].

Данные исследований бактериоагглютининов свидетельствуют, что динамика изменения уровня содержания антител в течение года отражает характер изменения температуры воды и, возможно, светового дня, что согласуется с уже существующими представлениями о зависимости антителообразовательной функции рыб от температуры окружающей среды [1, 7].

Если антителогенез, отражающий синтез специфических иммуноглобулинов в условиях тепловодного хозяйства, подчиняется общим закономерностям для рыб, обитающих в естественных водоемах, и зависит от изменения температуры воды, то синтез общего белка остается более стабильным.

## Л и т е р а т у р а

1. Гончаров Г.Д. Изучение механизма иммунитета рыб к инфекции // Обмен веществ и биохимия рыб. М., 1967.
2. Гончаров Г.Д. Лабораторная диагностика болезней рыб. М., 1973.
3. Романенко В.Д. Эколого-физиологические основы тепловодного рыбоводства. Киев, 1983.
4. Шатуновский М.И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М., 1980.
5. Шерстнева Т.А. Показатели углеводного обмена у карпа (*Cyprinus carpio* L.) и форели (*Salmo irideus* Gibb.) при искусственном выращивании: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1973.
6. Шультман Г.Е. Эколого-физиологические особенности годовых циклов рыб. М., 1972.
7. A v t a l i o n R.R. Environmental control of the immune response in fish // CRC Crit. Rev. Environ. Contr. 1981. Vol. 11, N 2.
8. F r i e s C.R. Effect of environmental stressors and immunosuppressant on immunity in *Fundulus heteroclitus* L. // Amer. Zool. 1986. N 26.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д.Папанина АН СССР

В.Р. Микряков, Н.И. Силкина

СОСТАВ ЛИПИДОВ В ТКАНЯХ КАРПА  
ПРИ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ИНФЕКЦИИ

Исследование биохимического состава органов и тканей при воздействии на рыб возбудителей болезней, вызывающих массовую гибель их в природных условиях и промышленном рыбоводстве, весьма важно и актуально в плане изучения путей адаптации рыб к патогенным агентам и выяснения роли биохимических процессов в поддержании постоянства внутренней среды [1, 4].

Цель исследования заключалась в сравнении липидного состава ткани годовиков карпа в норме и при заражении их бактериальной культурой *Aeromonas punctata*, штамм ЕЗ.

Работу проводили в аквариальных условиях. Были поставлены 2 серии опытов. В первой серии карпов (группа Б) внутрибрюшинно инфицировали бактериальной культурой *A. punctata* в дозе 1,5 млрд кл./мл, вызывающей 100%-ную гибель рыб через 24-48 ч. Через 18 ч часть рыб с явными признаками аэромоноза была отобрана для анализа. Во второй серии опытов карпов заражали в дозе 250 млн кл./мл. Рыб группы В, Г, Д анализировали на 1, 3 и 10-е сутки после инокуляции. Контрольных рыб объединили в группу А.

В каждой группе у 5-7 рыб брали пробы печени, селезенки, почки и сыворотки крови для экстракции общих липидов по Фолчу [5]. Затем в образцах тканей методом тонкослойной хроматографии на пластинках „Silufol" (ЧССР) анализировали состав липидов. В качестве подвижной фазы для хроматографии использовали смесь петролейного эфира, серного эфира и ледяной уксусной кислоты в соотношении соответственно 90 : 10 : 1, а для окраски хроматограмм - 10%-ный спиртовой раствор фосфорномолибденовой кислоты. Полученные материалы подвергали статистической обработке на ЭВМ „Mera-Kamak" с применением методов вариационной статистики.

Основываясь на данных сравнительного анализа липидов некоторых тканей, принимающих участие в кроветворении и иммунологических реакциях организма, видно, что у пораженных бактериальной инфекцией карпов нарушаются состав и содержание липидов (табл. 1, 2).

В печени и селезенке зараженных летальной дозой бактериальной культуры рыб по сравнению с контрольными отмечено достоверное увеличение относительного количества холестерина и НЭЖК и снижение триацилглицеринов и эфиров стерина. Во второй серии опытов, при заражении карпов меньшей дозой бактериальной культуры, когда все карпы заболевают, но гибели не отмечается, первоначально в их печени отмечено повышение уровня НЭЖК и последующее снижение величины триацилглицеринов (группа рыб В).

Т а б л и ц а 1

Фракционный состав липидов тканей карпа при аэромонозе

Группа рыб	Фракция липидов, % от суммы					
	Ф	Х	НЭЖК	Т	ЭС	У
П е ч е н ь						
А	47.0	9.9	2.4	25.0	13.7	2.0
Б	47.6	12.7	4.9	22.8	9.9	2.1
В	47.0	9.8	4.0	23.9	13.3	2.0
Г	48.5	13.5	5.9	22.1	8.4	1.6
Д	46.9	12.1	4.6	19.5	14.7	2.2
С е л е з е н к а						
А	56.8	9.4	3.8	13.1	10.8	6.1
Б	58.2	12.8	7.0	11.9	4.5	5.6
В	57.5	10.8	4.7	12.5	8.5	6.0
Г	58.4	13.0	6.1	11.7	5.9	4.9
Д	56.8	11.6	6.0	12.7	6.7	6.2
П о ч к и						
А	38.5	15.7	5.3	20.9	12.4	7.2
Б	38.7	18.5	7.4	18.7	9.7	7.0
В	39.5	15.9	6.8	21.0	10.7	6.1
Г	40.7	17.1	8.1	19.7	8.1	6.3
Д	40.4	17.6	6.4	21.1	7.7	6.8
С ы в о р о т к а   к р о в и						
А	27.5	15.5	8.8	22.0	22.0	4.0
Б	29.3	19.2	10.3	20.8	17.3	3.1
В	28.4	16.9	10.3	20.9	20.3	3.2
Г	30.2	18.0	10.9	20.6	16.6	3.7
Д	29.9	18.7	11.3	20.5	15.8	3.8

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2: А - контроль, Б - опыт 1, В - опыт 2 (1-е сутки), Г - опыт 2 (3-и сутки), Д - опыт 2 (10-е сутки). Ф - фосфолипиды, Х - холестерин, НЭЖК - свободные неэстерифицированные жирные кислоты, Т - триацилглицерины, ЭС - эфиры стерина, У - углеводороды.

На 3-и сутки (группа Г) у рыб с клиническими признаками аэромоноза различие в содержании отдельных фракций липидов между контрольными и опытными группами повышается (табл. 1, 2). На стадии выздоровления (через 10 сут после начала второго опыта)

Т а б л и ц а 2

Достоверность отличий по критерию Стьюдента отдельных фракций липидов тканей больных карпов от здоровых

Фракция липидов	Достоверность различий содержания фракций липидов в группах рыб							
	Б		В		Г		Д	
	t	p<	t	p<	t	p<	t	p<
П е ч е н ь								
Х	8.08	0.02	3.50	0.1	11.29	0.01	19.91	0.01
НЭЖК	9.50	0.02	3.50	0.1	10.25	0.01	3.01	0.1
Т	5.26	0.05	5.28	0.05	13.90	0.01	14.10	0.01
ЭС	9.38	0.02	-	-	6.76	0.05	4.68	0.05
С е л е з е н к а								
Х	9.71	0.02	4.28	0.01	11.30	0.01	6.77	0.05
НЭЖК	8.39	0.02	-	-	4.28	0.1	4.54	0.05
Т	5.35	0.05	-	-	3.94	0.1	-	-
ЭС	14.34	0.01	4.20	0.1	9.96	0.01	4.27	0.1
У	-	-	-	-	7.35	0.02	-	-
П о ч к и								
Х	3.14	0.1	-	-	-	-	-	-
НЭЖК	5.71	0.05	3.82	0.1	8.50	0.02	-	-
Т	7.07	0.02	-	-	3.07	0.1	-	-
ЭС	3.59	0.1	3.45	0.1	9.95	0.01	7.11	0.02
С ы в о р о т к а    к р о в и								
Х	7.02	0.02	3.63	0.1	6.52	0.05	9.14	0.02
Ф	3.81	0.1	2.91	0.1	7.65	0.02	5.59	0.05
НЭЖК	3.38	0.1	3.38	0.1	4.41	0.05	5.64	0.05
ЭС	6.44	0.05	-	-	6.70	0.05	8.05	0.02

П р и м е ч а н и е. Приводятся данные только при достоверных различиях.

в печени резко снижается доля триацилглицеринов, а в селезенке – эфиров стерина.

Состав липидов в тканях почек в первом опыте меняется аналогично таковым печени и селезенки, но во втором опыте отмечается характерное для почек повышение относительного содержания НЭЖК, а по мере выздоровления – его снижение.

Для сыворотки крови заболевших рыб характерны достоверное повышение уровней структурных фосфолипидов, холестерина и НЭЖК и пониженный уровень триацилглицеринов и эфиров стерина.

Таким образом, из материалов исследований следует, что рыбы в ответ на бактериальное инфицирование их организма реагируют изменением липидного обмена. Характер и направленность этих

изменений в разных тканях различаются, что, вероятно, обусловлено различием их функций и разной степенью участия их в нейтрализации и разрушении патогенного агента. Выявленные различия в содержании отдельных фракций липидов, таких как холестерин, НЭЖК, эфиры стероидов, свидетельствуют об усилении синтеза стероидов, эстераз, вызванного воздействием стрессирующего агента [2, 3, 6]. Изменение фосфолипидов, видимо, вызвано интенсификацией процессов разрушения клеточных мембран, а триацилглицеринов – усилением энергетического обмена в период течения инфекционного процесса, приводящего к последующему истощению и ослаблению организма.

### Л и т е р а т у р а

1. Г у р ь я н о в а С.Д., Ю х и м е н к о Л.Н., Р и п а т - т и П.О., М у с с е л и у с З.А. Липидные показатели годовиков карпа при аэромонозе // Биохимия молоди пресноводных рыб. Петрозаводск, 1985.
2. К р е п с Е.М. Липиды клеточных мембран. Эволюция липидов мозга. Адаптационная функция липидов. Л., 1981.
3. П л и с е ц к а я Э.М. Влияние природных и экспериментальных условий на содержание неэстерифицированных жирных кислот в крови круглоротых и рыб // Физиология и биохимия морских и пресноводных животных. Л., 1979.
4. С и д о р о в В.С. Экологическая биохимия рыб. Липиды. Л., 1983.
5. F o l c h J., L e e s M., S l o a n e - S t a n - l e y G.N. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animals tissues // J. Biol. Chem. 1957. Vol. 226.
6. M a z e a u d F. Acides gras, libres plasma ti-ques et glycémie de la carpe (Cyprinus carpio L.) apres asphyxie ou agitation musculaire épuisante // Compt. rend. Soc. biol. 1979. Vol. 163, N 3.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

Л.К. М а л и н и н, М.И. Б а з а р о в

ПОВЕДЕНИЕ СЕВРЮГИ В ВЕРХНЕМ БЬЕФЕ  
ФЕДОРОВСКОГО ГИДРОУЗЛА (Р. КУБАНЬ)  
ВО ВРЕМЯ АНАДРОМНОЙ МИГРАЦИИ

На Федоровском гидроузле построен рыбопропускной шлюз (РПШ), в котором, по рекомендации ИБВВ АН СССР, у выходного лотка сооружена оградительная стенка. Работа этого шлюза обеспечивает успешное прохождение через плотину значительной части мигрирующих рыб, в том числе и осетровых. Так, в 1987 г. в верхний бьеф было пропущено около 2 тыс. производителей осетровых, преимущественно севрюги. Часть успешно прошлюзовавшихся рыб сразу же через плотину скатывались в нижний бьеф [1]. Для выявления причин ската в мае 1988 г. была проведена серия биотелеметрических наблюдений за поведением севрюги, выходящей из рыбопропускного шлюза в верхний бьеф.

Для мечения рыб использовали ультразвуковые передатчики (УЗП) с несущей частотой 30–35 кГц разработки ВНИРО [5]. Радиус уверенного приема сигнала УЗП в реке 1–1.5 км, непосредственно под плотиной при больших акустических помехах от шума падающей воды он уменьшался до 150–250 м. В качестве приемной аппаратуры применяли комплекты МАП-71 и МАП-85.

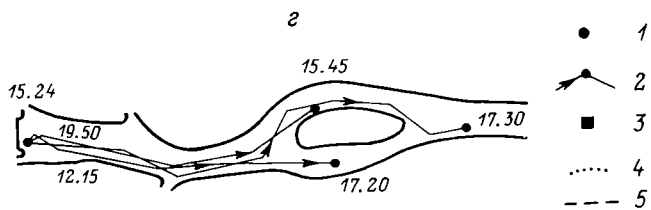
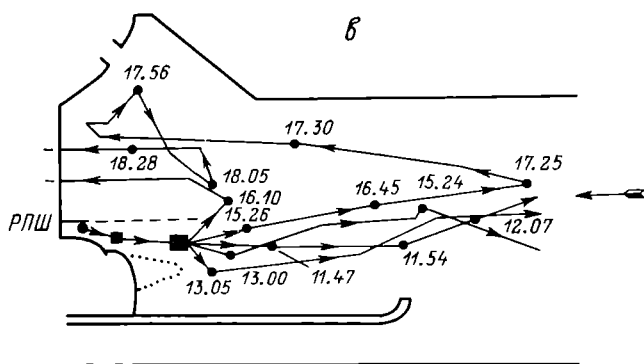
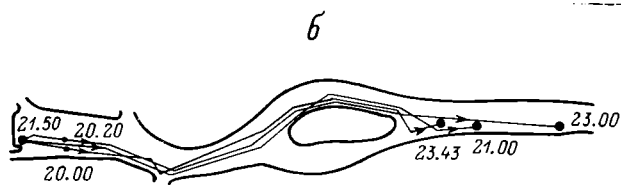
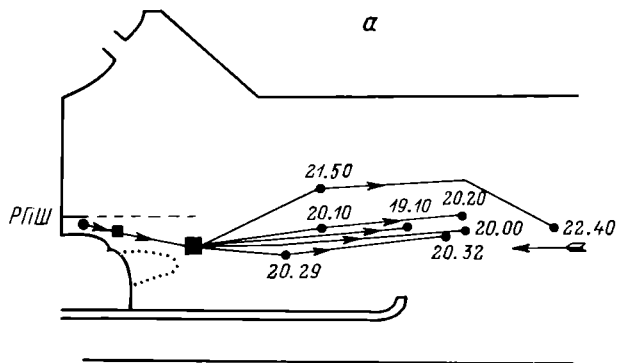
Крепление УЗП проводили в воде непосредственно в камере РПШ за спинные жучки севрюги мягкой проволокой. Всего было помечено 11 рыб размером 85–135 см. 5 особей (2 ♂ и 3 ♀) метили в дневное время (11–14 ч), 6 – в вечернее (18–20 ч). Одновременно метили 1–2 рыбы. Регистрацию сигналов от УЗП вели со стенки РПШ, с берега и с моторной лодки методом триангуляции [4]. Прослежены трассы движения 10 рыб, так как один передатчик сразу после мечения вышел из строя.

После открытия выходного лотка меченые рыбы выходили из камеры РПШ в верхний бьеф и некоторое время (от нескольких минут до 1–3 ч) отстаивались вблизи выходного лотка (см. рисунок), причем, длительность отстаивания днем была больше, чем в сумерки. Затем севрюга медленно поднималась вверх по реке, проплывая расстояние в 200 м за 1–1.5 ч днем и 0.3–1 ч – ночью.

---

Перемещение севрюги в приплотинной зоне Федоровского гидроузла в вечернее время (а) и днем (в) и в р. Кубань выше плотины ночью (б) и днем (г).

1 – место выпуска меченых рыб; 2 – трассы движения меченых рыб; 3 – места отстаивания севрюг; 4 – заросшее мелководье на выходе из РПШ; 5 – оградительная стенка. Цифрами обозначено время суток.



- 1
- 2
- 3
- ..... 4
- 5

Днем 1 самка после длительного отстаивания проплыла вдоль оградительной стенки, повернула к центру реки и, немного поднявшись вверх, стала скатываться к плотине, а через 5 ч контакт с ней был потерян. Другая самка успешно прошла вверх от плотины на 350 м, но затем неожиданно повернула назад и после непродолжительных зигзагообразных перемещений вблизи плотины скатилась в нижний бьеф (см. рисунок, в). Остальные рыбы, меченые в дневные часы, успешно миновали приплотинную зону и продолжали миграцию вверх по реке.

Все севрюги, прослеженные в сумеречное и ночное время суток, пройдя вдоль оградительной стенки, мигрировали довольно однотипно: пути их движения пролегли в левобережной части реки над глубинами 2–3 м и только у одной – ближе к центральной части (см. рисунок, а). Все они успешно миновали приплотинную зону.

Таким образом, оградительная стенка в значительной мере уменьшает скат прошлюзованных рыб через плотину: вышедшая из РПШ рыба, двигаясь вдоль стенки, удаляется от плотины и вероятность ее быстрого ската уменьшается. Подтверждается это и результатами мечения севрюги простыми гидростатическими метками и их повторного учета в РПШ: из 452 меченых производителей (до строительства стенки в 1984–1986 гг.) вторично зашло 8,2%, а после ее сооружения (1987–1988 гг.) из 254 – только 3,9%.

Трассы движения рыб выше плотины и в светлое и в темное время суток различались мало, но скорости плавания рыб ночью в 1,2–2 раза выше. Такое же различие в скоростях движения осетровых нами отмечено и на других водоемах [2]. Движение севрюги в р. Кубань неравномерно – с периодами ускоренного (до 1–1,5 м/с) и замедленного (0,05–0,5 м/с) плавания, вплоть до остановок, которые днем чаще и длительнее, чем ночью. Трехкилометровый участок выше плотины рыбы прошли со скоростью 0,5–2 км/ч (в среднем 1,1) днем и 1–3 км/ч (в среднем 1,5) ночью.

Наши наблюдения показали, что все меченые рыбы (10 экз.) после выхода из РПШ начали активно подниматься вверх, но успешно прошли приплотинную зону верхнего бьефа только 8; 2 другие прекратили миграцию и скатились в нижний бьеф, что скорее отражает циклический (подъем – скат) характер миграции отдельных рыб. Ранее это отмечалось нами у осетровых рыб в зонах гидроузлов на Болге, Дону и Кубани [4] и на незарегулированных участках р. Терек [3]. Такое поведение, вероятно, обусловлено, как энергетикой плавания в быстрых потоках воды, так и сложностью ориентационной обстановки вблизи гидроузлов. Иными словами, скат отдельных производителей через плотину Федоровского гидроузла, возможно, связан со спецификой их поведения в сложных гидрологических условиях приплотинной зоны в целом, а не только с условиями на выходе из РПШ. Дополнительное влияние на скат рыб оказывает сам процесс шлюзования, т.е. стрессовое воздействие на рыб акустических шумов работающих механизмов, принудительного подъема к поверхности при учете, необычных световых условий внутри шлюза. Снизить его воздействие можно созданием

условий самостоятельного выхода мигрантов в верхний бьеф (без применения выталкивающей решетки) и изменением режима шлюзования. Так, ритмичная работа РПШ в сумеречное и ночное время будет способствовать более успешному пропуску мигрирующих осетровых рыб.

## Л и т е р а т у р а

1. К о в а л е н к о Ю.И. Некоторые предварительные результаты исследований по выбору оптимального режима работы РПШ Федоровского гидроузла на р. Кубань // Исследования рыбопропускных и рыбозащитных сооружений: Тез. докл. Новочеркасск, 1984.
2. М а л и н и н Л.К., П о д д у б н ы й А.Г. Особенности поведения осетровых в условиях вынужденного задерживания под плотинами гидроузлов // Экология. 1984. № 4.
3. П о д д у б н ы й А.Г., М а л и н и н Л.К., Л и н н и к В.Д., Х а л ь к о Н.А., С а р а н ч о в С.И., Б а з а р о в М.И. Гидробиологическая характеристика и миграции рыб реки Терек в зоне Каргалинского гидроузла / ИБВВ АН СССР. 1988. 56 с. Деп. в ВИНТИ. 24.10.1988. № 7601-в88 деп.
4. П о д д у б н ы й А.Г., М а л и н и н Л.К., С п е к т о р Ю.И. Биотелеметрия в рыбохозяйственной науке и практике. М., 1979.
5. С а р а н ч о в С.И. Разработка и результаты использования ультразвуковых передатчиков для мечения рыб // Вопросы промышленной гидроакустики. М., 1983.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 597-15

А.С. С т р е л ь н и к о в, В.Г. Т е р е ш е н к о,  
Л.И. Т е р е ш е н к о

## К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ЛОКАЛЬНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВИДОВУЮ СТРУКТУРУ РЫБ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Находясь на верхнем трофическом уровне, рыбы аккумулируют в себе вещества, попадающие в водоем, что вызывает различные изменения, в том числе в численности отдельных видов. Поэтому динамика видовой структуры сообщества рыб в некоторой степени может характеризовать уровень антропогенного воздействия на водоем. Ярче это проявляется в малых озерах, когда воздействие, в частности эвтрофирование, затрагивает весь водоем [1, 2].

Сложнее прогнозировать изменения в структуре рыбных сообществ крупных водоемов при локальном воздействии антропогенных факторов. Примером этому может служить залповый сброс Череповецкого коксохимического производства в Рыбинское водохранилище зимой 1987 г. В данном сообщении мы попытались оценить его влияние на видовую структуру рыбного населения различных районов Рыбинского водохранилища.

Материалом послужили данные стандартных осенних ихтиологических наблюдений на 10 русловых станциях, расположенных по акватории всего водоема. Каждая из более чем ста выборок складывалась из уловов донным (15–30 мин) и пелагическим (5–15 мин) тралами на одной и той же станции. Улов каждым тралом перед суммированием пересчитывался на 30 мин траления.

Известно, что молодь является наиболее лабильной и подверженной воздействию частью у всех видов рыб [3]. Поэтому анализ начали с исследования изменений в видовой структуре сеголеток. Поскольку перестройки возможны не только в результате антропогенного воздействия, но и под влиянием климатических факторов, то для оценки действия сброса коксохимического предприятия использовали различие в изменении доминирования различных видов на сходных по экологическим условиям участках в районах, затронутых сбросом и вне его. В качестве данных из зоны, подвергнутой загрязнению, взяли объединенную выборку с 3 станций, расположенных в русле р. Шексны. По данным съемок 1987 и 1988 гг., здесь отмечались взрослые особи различных видов рыб с патологическими изменениями, такими как некроз плавников, наличие в брюшной полости язв, отеков и разрастаний мышечной ткани. В качестве данных из незагрязненной зоны взяли объединенную выборку с 3 станций, расположенных в русле р. Мологи. По нашим данным, рыб с патологией здесь не обнаружено.

В первый год после сброса (изменения с 1986 по 1987 г.) колебания значимости судака и синца в шекснинской и моложской частях однонаправленны (рис. 1, а, д). Однако если относительная доля синца в моложской части до 1986 г. была меньше, чем в шекснинской, то после воздействия наблюдается обратная картина. Отмечено, что в районе, подвергнутом загрязнению, уменьшилась доля окуня и плотвы, тогда как в районе, не затронутом сбросом, она практически не изменилась (рис. 1, б, г). Доля снетка в шекснинской части в отличие от моложской находится на низком уровне уже с 1984 г. (рис. 1, в).

На второй год после воздействия (изменения с 1987 по 1988 г.) общий характер колебаний значимости разных видов в зоне сброса и вне ее сходен. Это может свидетельствовать об улучшении экологической ситуации в 1988 г. в восточной части водоема.

Был проведен анализ стабильности видовой структуры общих уловов рыб (рис. 2). Увеличение амплитуды колебаний коэффициента Ферстера может служить сигналом увеличения антропогенной нагрузки на водоем [4, 5]. Это явление было отмечено только

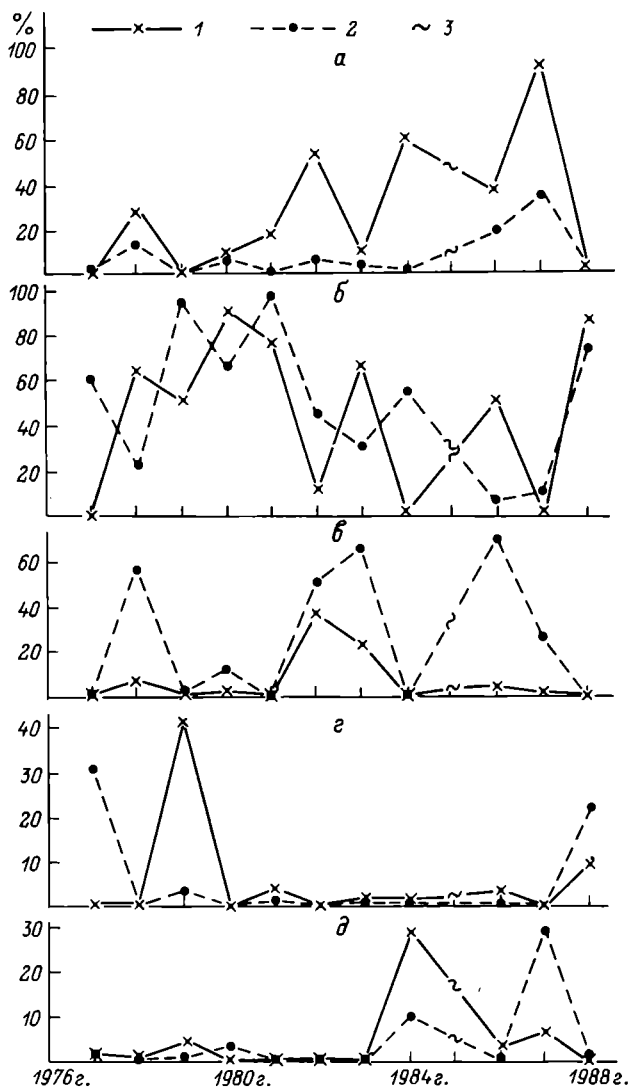


Рис. 1. Доля некоторых видов рыб в общем улове сеголеток.

а - судак; б - окунь; в - снеток; г - плотва; д - си-нец. 1 - русло р. Шексны (ст. Любец, Ольхово, Мякса); 2 - русло р. Мологи (ст. Брейгово, Первомайка, Морозиха); 3 - данные за эти годы отсутствуют.

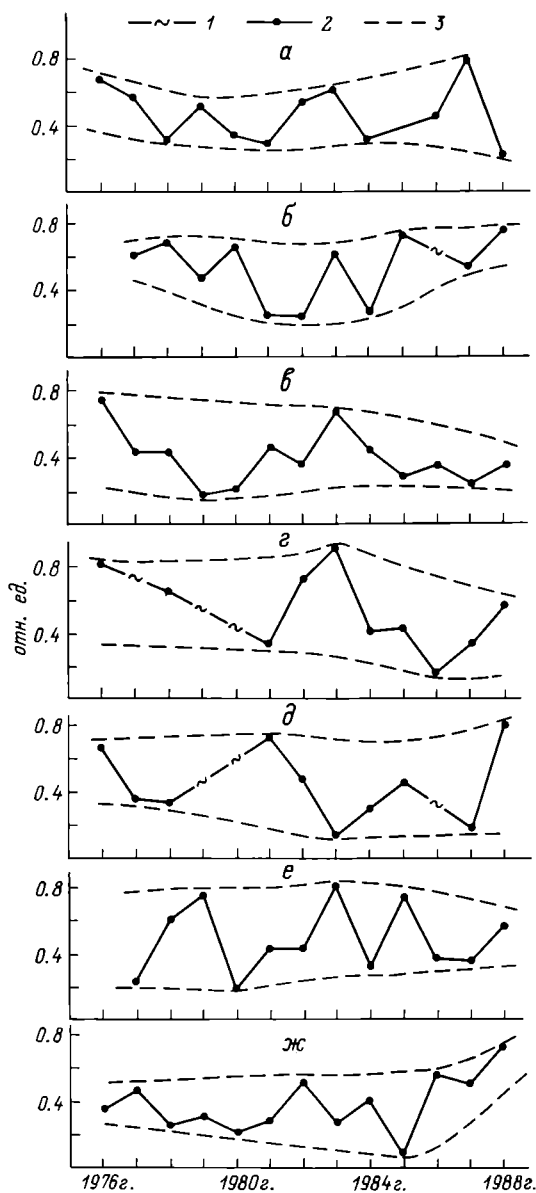


Рис. 2. Изменчивость видовой структуры (коэффициента Ферстера) уловов стандартных осенних тралений при разном удалении от источника загрязнения.

Станции: а - Любец - 20 км от г.Череповца; б - Ольхово - 35 км; в - Мякса - 45 км; г - Ягорба - 60 км; д - Воятицы - 80 км; е - Городок - 95 км; ж - Мелюшино - более 100 км от г.Череповца. 1 - данные отсутствуют; 2 - данные за этот год есть; 3 - пределы колебаний показателя.

на ст. Любец (рис. 2, а). Для других станций восточной части Рыбинского водохранилища увеличения вариации видовой структуры уловов рыб по сравнению с предыдущими годами не отмечено.

Таким образом, залповый сброс Череповецкого коксохимического предприятия в первую очередь повлиял на перестройку рыбного населения прилегающих районов водохранилища. В 1988 г., судя по динамике значимости молоди различных видов в районе сброса и вне его, экологическая обстановка в водоеме улучшилась. Однако отдаленные последствия могут сказаться в видовой структуре рыбного населения через 4–8 лет, когда в полной мере проявится эффективность воспроизводства отдельных видов в 1987–1988 гг.

## Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н Н.В., П о д д у б н ы й А.Г., С т р е л ь -  
н и к о в А.С., М а л и н и н Л.К. Плещеево озеро. Яро-  
славль, 1987.
2. И з м е н е н и е структуры рыбного населения эвтрофируе-  
мого водоема. М., 1982.
3. Н и к о л ь с к и й Г.В. Экология рыб. М., 1974.
4. С е ц к о Р.И., Т е р е ш е н к о Л.И. Динамика структуры  
ихтиоценоза озера Убинское // Вопр. ихтиологии. 1984. Т.24,  
вып. 5.
5. С м е т а н и н М.М., С т р е л ь н и к о в А.С., Т е р е -  
ш е н к о В.Г., Т е р е ш е н к о Л.И. К анализу видовой  
структуры рыбного населения озер разного типа // Проблемы  
экологии Прибайкалья. Иркутск, 1988. Ч. 3.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 574.3 : 575.21 : 597

А.Н. К а с ь я н о в

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКОРРЕЛИРОВАННЫХ  
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ В ПОПУЛЯЦИОННЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ ПЛОТВЫ: I. КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ  
АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У ПЛОТВЫ

Прежде чем проводить популяционные исследования рыб, необхо-  
димо выбрать признаки (маркеры), с помощью которых можно было  
бы адекватно описать внутривидовую структуру изучаемого объекта.  
Признаки для популяционно-морфологических исследований рыб,  
как правило, выбирают из стандартной схемы пластических и мери-  
стических признаков, рекомендованных И.Ф. Правдиным [5].

Существует мнение, что для работ, связанных с внутривидовой дифференциацией, целесообразно использовать скоррелированные признаки [8]. Корреляционные связи между признаками, применяющимися в популяционных исследованиях рыб, ранее анализировались Ю.С. Решетниковым [6] на сиговых, Ю.Г. Изюмовым [1] и А.Н. Мироновским [3] на леща.

В настоящей работе мы путем корреляционного и многомерного анализов пытались из 12 признаков выявить наиболее информативные, т.е. именно те, которые несут наибольшую нагрузку в дифференциации популяций плотвы. В данном сообщении приведены результаты корреляционного анализа морфологических признаков.

Межвыборочные корреляции между 12 морфологическими признаками считали с помощью коэффициента парной корреляции на 65 выборках плотвы из водоемов СССР [4] (табл. 1). В качестве признаков использовали число чешуй в боковой линии ( $ll$ ), число лучей в спинном ( $D$ ) и анальном ( $A$ ) плавниках, число позвонков в туловищном ( $V_\alpha$ ), переходном ( $V_i$ ), хвостовом ( $V_C$ ) отделах и общее число позвонков ( $V_{общ}$ ), а также число отверстий каналов сейсмочувствительной системы на костях черепа - *dentale* ( $Dn$ ), *praepreoperculum* ( $Pop$ ), *frontale* ( $F$ ) и *parietale* надглазничный канал ( $P_{CSO}$ ) и надвисочный ( $P_{CST}$ ) [7]. Видно, что сильную и в большинстве случаев достоверную связь обнаруживают число лучей в спинном и анальном плавниках, число позвонков и чешуй в сравнении с „черепными“ признаками.

Учитывая полученную нами ранее дифференциацию плотвы на воблу, аральскую плотву, северную (СПС), среднерусскую (СРПС) и понтокаспийскую популяционные системы (ПКПС) [2], мы провели корреляционный анализ признаков отдельно внутри этих групп популяций. Из полученных матриц удалось установить, что признаки внутри СПС и СРПС слабо скоррелированы (табл. 2). Средний коэффициент корреляции между всеми признаками оказался у них одинаковым и в основном не обнаруживает достоверных значений. Другая картина выявляется внутри ПКПС. Средний коэффициент корреляции здесь выше, причем достоверные значения коэффициентов корреляции выявляются как между первой группой признаков, так и между второй. Внутри группы популяции „вобла“ величины коэффициентов корреляции между признаками сходны с таковыми внутри ПКПС.

Известно, что коэффициенты корреляции равные 0.3 обозначают слабую связь между рассматриваемыми параметрами, 0.5 - среднюю; 0.7 - сильную [4]. Судя по этой градации значений коэффициентов корреляции, следует признать, что у плотвы морфологические признаки слабо скоррелированы как внутри отдельных ансамблей признаков, так и между всеми рассмотренными. Возможно, это вызвано тем, что разные признаки у плотвы несогласованно изменяются в пределах всего изученного ареала и внутри отдельных популяционных систем. У леща наблюдается более тесная связь между средневывборочными значениями данных признаков в пределах ареала и внутри географических рас [3].

Т а б л и ц а 1

Коэффициенты корреляции ( $r_{gt}$ ) между средневыборочными значениями 12 признаков плотвы

Значение	$u$	A	D	$V_\alpha$	$V_i$	$V_c$	$V_{общ}$	Dn	F	$\rho_{ar_{cso}}$	$\rho_{ar_{cst}}$
A	-0.40										
D	-0.33	0.74									
$V_\alpha$	0.36	0.41	0.53								
$V_i$	0.50	-0.51	-0.56	-0.13							
$V_c$	0.28	0.19	0.82	0.37	-0.22						
$V_{общ}$	0.66	0.16	0.25	0.86	0.22	0.53					
Dn	0.28	0.18	0.21	0.53	0.13	0.10	0.52				
F	0.46	-0.14	-0.02	0.34	0.20	0.08	0.44	0.37			
$\rho_{cso}$	0.05	-0.03	-0.27	-0.15	0.27	-0.05	-0.01	-0.19	-0.11		
$\rho_{cst}$	0.03	-0.12	0.01	-0.08	-0.03	0.001	-0.02	0.24	0.37	-0.04	
$\rho_{op}$	0.21	-0.53	-0.32	-0.21	0.19	-0.31	-0.15	0.10	0.44	-0.10	0.29

П р и м е ч а н и е.  $r_{gt}=0.245$  при  $P>0.95$ . Обозначение признаков в тексте.

Т а б л и ц а 2

Коэффициенты корреляции ( $r$ ) между средневыборочными значениями счетных признаков у плотвы

Группа популяции	Число выбо-рок	Число при-знаков	1	2	3	Достоверные			Недостоверные			$r_{st}$	Средний коэффициент корреляции	Доля дисперсий исходных признаков, связанных I и II главных компонент, %	Число досто-верных значе-ний со знаком	
						1	2	3	1	2	3				-	+
„Плотва“ в ареале	65	12	0.40	0.21	0.19	15	5	11	6	7	24	0.245	0.24	53	8	23
	16	12	0.27	0.20	0.24	4	1	3	17	9	32	0.49	0.24	-	0	8
	21	12	0.22	0.27	0.25	2	1	5	19	9	30	0.43	0.24	-	1	7
ПКПС	21	12	0.40	0.39	0.30	11	6	8	10	5	27	0.43	0.35	-	11	14
„Вобля“	7	12	0.47	0.40	0.46	5	2	9	16	8	26	0.73	0.45	-	8	8
„Плотва“ в ареале	73	6	0.41	-	-	12	-	-	3	-	-	0.23	0.41	79	-	-
	73	7	0.37	-	-	17	-	-	4	-	-	0.23	0.37	73	-	-
	64	5	-	0.21	-	-	3	-	-	7	-	0.245	0.21	59	-	-
	60	6	0.43	-	-	11	-	-	4	-	-	-	0.245	84	-	-

П р и м е ч а н и е. 1 - счетные признаки ( $U, D, A, V_{\alpha}, V_i, V_c, V_{общ}$ ), 2 - "черепные" признаки ( $Dn, Pop, F, P_{c50}, P_{cst}$ ), 3 - между первой и второй группами признаков.

Можно считать, что на исследованном ареале плотва имеет под-разделенный генофонд, который складывается из генофондов, входящих в нее групп популяций и воблы. Не исключено, что существование такой сбалансированной системы популяций плотвы поддерживается отбором. В данном случае действие отбора трудно выявить, тем не менее о его давлении мы можем судить по направлению корреляционных связей между параметрами. В случае, когда коэффициенты корреляции имеют знак минус, мы вправе предполагать, что направление корреляционных зависимостей поддерживается стабилизирующей формой отбора, а когда коэффициенты корреляции имеют знак плюс – движущей [1].

При рассмотрении достоверных значений коэффициентов корреляции между всеми признаками с разными знаками выявляется следующая закономерность (табл. 2): направление корреляционных зависимостей между признаками у плотвы из СПС и СРПС поддерживается в основном за счет движущей формы отбора, а в ПКПС и вобле – за счет 2 форм отбора.

Таким образом, проведенный корреляционный анализ позволил выявить, что используемые в популяционных исследованиях морфологические признаки у плотвы в разной степени скоррелированы.

#### Л и т е р а т у р а

1. И з ю м о в Ю.Г. Популяционная структура леща *Abramis bryata* волжских водохранилищ // Биологические ресурсы волжских водохранилищ. М., 1984.
2. К а с ь я н о в А.Н. Популяционная структура и некоторые вопросы микрофилогенеза плотвы // Микроэволюция пресноводных организмов. Рыбинск, 1989.
3. М и р о н о в с к и й А.Н. К использованию скоррелированных признаков в популяционных исследованиях // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985. № 68.
4. П л о х и н с к и й Н.А. Биометрия. М., 1970.
5. П р а в д и н И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966.
6. Р е ш е т н и к о в Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М., 1980.
7. Я к о в л е в В.Н., И з ю м о в Ю.Г., К а с ь я н о в А.Н. Фенетический метод исследования популяций карповых рыб // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. 1981. № 2.
8. (М а у р Е.) М а й р Э. Популяции, виды, эволюция. М., 1974.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

В.Г. Терещенко

К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ ПРОЦЕССА  
ВОЗВРАЩЕНИЯ РЫБ В СКОПЛЕНИЕ

Одной из важных задач экологии рыб можно считать изучение динамики перемещения особей, находящихся в удалении от мест, оптимальных в данных условиях [4]. Примером такого процесса может быть движение рыб, выпущенных в стороне от скопления.

Для анализа и количественного описания динамики распределения рыб использован материал прослеживания в течение 10 сут 20 осетров, меченных ультразвуковыми метками и выпущенных на расстоянии 2,5 км от скопления. Ранее при рассмотрении всей группы в целом было отмечено, что сразу после выпуска особи начали движение вверх и на 5-е сутки регистрировались в районе, соответствующем зоне повышенных плотностей рыб, найденной с помощью гидролокатора [2]. Вместе с тем индивидуальные траектории движения были более сложные. Количественное описание перемещений отдельных рыб и составляет предмет данной статьи.

Движение рыб от места выпуска к месту концентрации можно рассматривать как реакцию (или переходный процесс) на воздействие типа „ступенька“, т.е. реакцию на перенесение рыб от места концентрации к месту выпуска. Математическое описание таких процессов хорошо разработано в теории автоматического регулирования [1]. Для описания переходного процесса используются такие количественные характеристики, как время регулирования, время управления, величина перерегулирования и т.д. В качестве параметров, описывающих распределение и перемещение рыб, были взяты координаты метки в направлении места выпуска – центр скопления (за ноль принята координата центра скопления), координата метки в перпендикулярном направлении, средняя скорость движения рыбы между отсчетами, отношение скорости движения в перпендикулярном направлении к скорости по направлению к центру скопления.

Анализ полученных данных показывает, что переход рыб к месту концентрации, или к „дому“, можно представить как сложный двухмерный колебательный процесс с затуханием. Отмечены колебания как по направлению места выпуска – центр скопления, так и перпендикулярно ему (рис. 1).

Характер приближения рыб к центру скопления для большинства из них соответствует ответу колебательного звена, т.е. ответу с перерегулированием (рис. 1, а). В данном случае перерегулирование – это „проскакивание“ рыбами места скопления с последующим возвращением к нему. Время регулирования (время первого достижения рыбами скопления) для разных особей колеблется от 1 до 10 сут, составляя в среднем 5 сут. Величина перерегулирования (максимального удаления от центра скопления после его

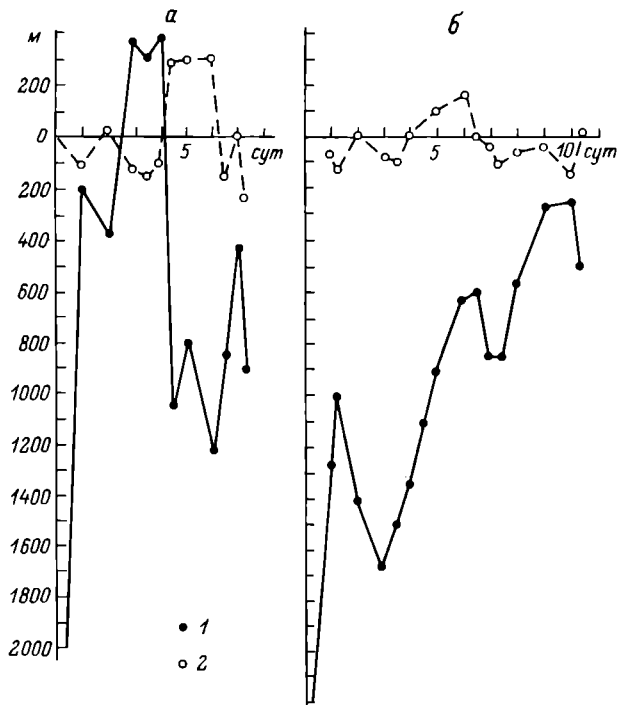


Рис. 1. Переход рыб от места выпуска к скоплению с перерегулированием (а) и без него (б).

1 - координаты рыбы по направлению место выпуска - центр скопления; 2 - координаты рыбы в перпендикулярном направлении.

достижения) для разных рыб была от 100 до 400 м, что составляет от 4 до 16 % начального удаления. Интересно, что на фоне колебания с затуханием (типичного ответа колебательной системы) наблюдаются более короткопериодные колебания с периодом в 2-4 сут.

Для некоторых рыб не отмечено перерегулирования. Их приближение к центру скопления может описываться экспонентой, характеризующей реакцию инерционной системы, с наложенными на нее короткопериодными колебаниями (рис. 1, б).

Перемещение рыб можно рассматривать также как марковский процесс, т.е. рассматривать перемещение рыб не относительно оси „место выпуска - центр скопления“, а относительно координаты рыбы в предыдущий момент отсчета [3]. Такой анализ показал, что с течением времени уменьшается среднее расстояние от меток до центра скопления (рис. 2, а). Это свидетельствует об уменьшении занимаемой рыбами площади. Вместе с тем коэффициент вариации расстояния от меток до центра скопления остается достаточно

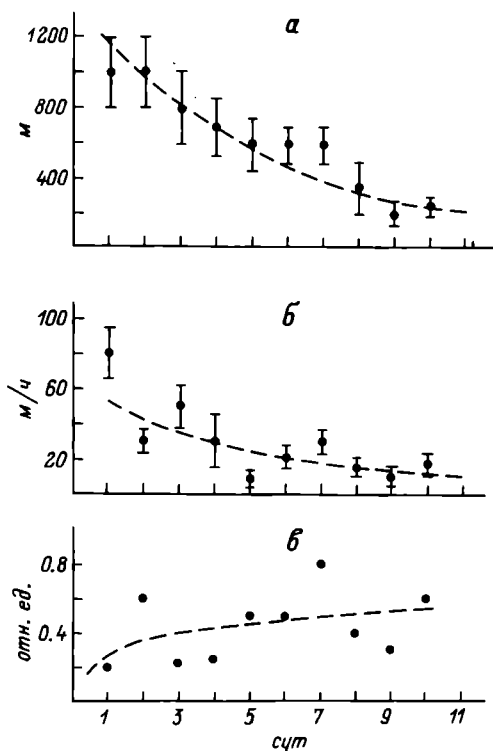


Рис. 2. Динамика среднего расстояния от меток до центра скопления (а), скорости перемещения (б) и направленности движения рыб к скоплению (в).

высоким (50–100 %). Со временем, т.е. по мере приближения к скоплению, отмечено уменьшение и средней скорости перемещения (рис. 2, б). Следовательно, по мере приближения к скоплению наблюдается снижение двигательной активности у рыб. При этом наблюдается уменьшение направленности движения (возрастает перпендикулярная составляющая скорости (рис. 2, в).

Таким образом, динамику перемещения рыб к местам скопления можно представить как сложный двухмерный переходный процесс с перерегулированием или без него на воздействие типа „ступенька“. На этот переходный процесс наложены короткопериодные колебания, которые, очевидно, обусловлены как процессами, происходящими внутри рыб, так и воздействием среды. По мере приближения рыб к скоплению уменьшаются их скорость и направленность движения.

#### Л и т е р а т у р а

1. Бессекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. М., 1966.

2. Поддубный А.Г., Малинин Л.К., Батычков Г.А., Терещенко В.Г. Опыт определения численности осетровых под плотиной Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1981. № 50.
3. Сметанин М.М., Поддубный А.Г. К вероятностному описанию поведения мигрирующих рыб // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1973. № 18.
4. P i l o u E.C. Mathematical ecology. New York, 1976.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 556.551.14

Н.А. Трифонова, Н.В. Васильева

# О СОДЕРЖАНИИ ФОСФОЭФИРОВ В ВОДЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Энзимная регенерация фосфатов из фосфорорганических соединений является одним из путей пополнения запасов усвояемого фосфора в природных водах. Определение содержания органических соединений с фосфоэфирной связью, расщепляемых природными ферментами до  $PO_4$ , а также оценка скорости этого процесса – одни из основных вопросов круговорота фосфора в водоеме.

Наблюдения проводили в марте–сентябре 1987 г. и в марте 1988 г. Пробы воды отбирали с глубины 1 м во всех плёсах Рыбинского водохранилища: Волжском, Моложском, Шекснинском и Главном. До начала обработки (обычно несколько часов, но не более суток) пробы сохраняли при низкой температуре (1–5 °С). Растворенные фосфоэфиры анализировали модифицированным методом Хруста [4], основанным на гидролизе соединений с фосфоэфирной связью содержащимися в природной воде энзимами. Определение количества фосфоэфиров, входящих в состав взвеси, основано на том же принципе [3]. Для оценки фосфатазной активности в качестве субстрата использован паранитрофенилфосфат [2]. При анализе общего фосфора применялось персульфатное сжигание с последующим определением образовавшихся фосфатов молибдатным методом с аскорбиновой кислотой в качестве восстановителя [1]. Все указанные определения выполняли в трех повторностях. Фосфор взвеси ( $P_{взв}$ ) рассчитывали по разности между общим фосфором ( $P_{общ}$ ), определенным в натуральной нефiltrованной воде и в фильтрате (диаметр пор мембранного фильтра 0.45 мкм). За растворенный органический фосфор ( $P_{раств}^{орг}$ ) принята разность между общим и фосфатным фосфором в фильтрате. Разность между общим фосфором в нефiltrованной воде и фосфатным в фильтрате названа нереак-

тивным ( $P_{\text{нр}}$ ). Кроме того, для выделения водных масс общепринятыми методами [1] анализировали цветность, мутность и жесткость.

В период наблюдений содержание растворенных фосфоэфиров в Рыбинском водохранилище колебалось от 0,5 до 6,5 мкг Р/л. Минимальное их количество характерно для центральной водной массы, заполняющей основную часть водоема. В речных плёсах содержание их выше, особенно в Волжском (табл. 1). Фосфор растворенных фосфоэфиров составлял от 6 до 80 % от растворенного органического Р (в среднем для водохранилища около 30 %). Примерно такие же цифры характерны для шведских озер [8] и оз. Сангре-Айл, США [6]. В то же время в эвтрофном оз. Плюсс-Зе на севере ФРГ их доля примерно вдвое больше [5]. Данные о содержании фосфоэфиров в водоемах Советского Союза отсутствуют.

Наблюдения показали, что под действием растворенных фосфатаз гидролизуются и фосфоэфиры, содержащиеся во взвеси. Максимальные их концентрации (до 10 мкг Р/л) также отмечены в волжских водах. В среднем фосфоэфиры составляли 20–25 % от общего фосфора взвеси. Исключение составили шекснинские воды, где их доля существенно меньше. Следует отметить, что в последних во взвешенном веществе преобладает минеральная составляющая и содержание в них фосфора значительно ниже, чем в других частях водоема – 0,19 и 0,33 % соответственно.

Суммарное количество фосфоэфиров в водах различных плёсов колебалось от 1 до 17 мкг Р/л. В большей части водоема преобладали фосфоэфиры, входящие в состав взвеси (в среднем 60–65%), лишь в шекснинских водах, несмотря на высокую мутность, преобладала растворенная форма. По ориентировочным расчетам, сумма фосфоэфиров в среднем составляет 13–16 % от содержания нефосфатного (нерактивного) фосфора в центральных и шекснинских водах и 24–32 % – в волжских и моложских.

Таким образом, в водохранилище значительная часть соединений фосфора представлена инертными, трудноусвояемыми соединениями. Однако имеющиеся в наличии фосфоэфиры активно расщепляются природными фосфатазами, о чем свидетельствуют довольно высокие скорости фосфатазного гидролиза, особенно в период массового развития водорослей и острого дефицита фосфатов.

В период наблюдений общая фосфатазная активность вод Рыбинского водохранилища варьировала в пределах (0,3–6,1) мкг Р/(л·ч). Минимальные ее значения были характерны для зимнего периода (0,3–0,8), несколько выше они были весной (0,6–2,4), максимальные – летом ((2,1–6,1) мкг Р/(л·ч)). Самые высокие скорости фосфатазного гидролиза ((0,4–6,1) мкг Р/(л·ч)) наблюдались при минимальных концентрациях  $\text{PO}_4^{3-}$  (1 мкг Р/л), хотя четкая зависимость фосфатазной активности от содержания фосфатов отсутствовала, что обусловлено влиянием многих факторов на интенсивность данного процесса. Весной преобладали растворенные фосфатазы, тогда как летом и зимой большая часть активности связана с фосфатазами взвеси. В среднем за весь период наблюдений соотно-

Т а б л и ц а 1

фосфофиты в воде и во взвеси водохранилища

Водная масса, место отбора проб	Дата отбора проб	фосфофиты					
		растворенные		во взвеси		сумма	
		мкг Р/л	% Р <sub>раств</sub> орг	мкг Р/л	% Р <sub>взв</sub>	мкг Р/л	% Р <sub>пр</sub>
<u>Центральная:</u>							
Рыбинская ГЭС	16 III 1988	1.2	13	2.7	30	3.9	21
с. Наволок	14 V 1987	2.2	12	2.6	52	4.8	20
	19 VI 1987	2.0	14	4.7	59	6.7	30
	23 VI 1987	1.3	11	0.0	0	1.3	4
г. Молога	23 VI 1987	0.5	6	0.9	4	1.4	4
с. Измайлово	23 VI 1987	1.0	10	4.0	14	5.0	13
<u>Волжская:</u>							
ниже г. Углича	16 III 1988	4.3	29	3.2	20	7.5	24
	14 III 1987	3.0	15	1.7	6	4.7	10
с. Коприно	14 V 1987	6.5	28	10.0	43	16.5	36
г. Молога	14 V 1987	3.0	19	9.0	28	12.0	25
<u>Моложская:</u>							
г. Устюжна	12 III 1987	2.0	-	3.0	21	5.0	36
Первомайские острова	15 III 1988	2.8	-	4.8	25	7.6	40
г. Устюжна	14 V 1987	3.5	33	6.3	33	9.8	33
	17 IX 1987	4.0	80	4.5	12	8.5	20
<u>Шекснинская:</u>							
Выше г. Череповца	14 III 1987	3.7	26	0.0	0	3.7	15
	14 V 1987	2.1	21	7.6	16	9.7	16
	17 IX 1987	4.0	50	0.6	1	4.6	8

Примечание. Прочерк означает отсутствие данных.

Т а б л и ц а 2

Кинетические параметры фосфатазного гидролиза  
фосфорорганических соединений в воде  
Рыбинского водохранилища, март 1988 г.

Водная масса, место отбора проб	$\bar{S}$ (Р субстратный)	$K_M$	$V_M$	$V_0 (20\text{ }^{\circ}\text{C})$	$V_0 (+1\text{ }^{\circ}\text{C}),$
	мкг Р/л		мкг Р/(л · ч)		мкг Р/(л · сут)
В о д а   н а т у р а л ь н а я					
<u>Центральная</u> Рыбинская ГЭС	3.9	150	0.33	0.008	0.05
<u>Моложская</u> у Первомайских островов	7.6	230	0.92	0.029	0.18
<u>Волжская</u> ниже г. Углича	7.5	290	0.49	0.012	0.07
В о д а   ф и л ь т р о в а н н а я					
<u>Центральная</u> Рыбинская ГЭС	1.2	60	0.07	0.001	0.005
<u>Моложская</u> у Первомайских островов	2.8	125	0.33	0.007	0.043
<u>Волжская</u> ниже г. Углича	4.3	700	0.27	0.002	0.012

шение активности этих фракций примерно такое же, как и в распределении фосфоэфиров: 60 % суммарной фосфатазной активности воды обусловлено фосфатазами взвеси, 40 % – растворенной фракцией.

Для оценки кинетических параметров фосфатазного гидролиза использована графическая обработка экспериментальных данных в соответствии с уравнением Михаэлиса–Ментен, описывающим зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Результаты вычислений констант половинного насыщения ( $K_M$ ) и максимальных потенциальных скоростей ( $V_M$ ) свидетельствуют о более низкой активности фосфатаз в центральной части водоема по сравнению с речными плёсами (табл. 2). Проведенные нами определения содержания в воде фосфоэфиров позволили рассчитать естественные скорости энзимной регенерации фосфатов ( $V_0$ ), т.е. скорости при реальных концентрациях субстратного фосфора ( $\bar{S}$ ) в водоеме. Введение температурных коэффициентов, основанных на собственных наблюдениях и на опубликованных данных [5, 7], дает возможность оценить интенсивность данного процесса и при температуре водоема. При наблюдаемых нами скоростях ферментативного гидролиза освобождение фосфатов в водной толще Рыбинского водохранилища за весь подледный период (4 мес) может составить 6–20 мкг Р/л.

1. А л е к и н О.А., С е м е н о в А.Д., С к о п и н - ц е в Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973.
2. Т р и ф о н о в а Н.А. О фосфатазной активности вод Иваньковского и Угличского водохранилищ // Гидрохимические исследования волжских водохранилищ. Рыбинск, 1982.
3. Т р и ф о н о в а Н.А., В а с и л ь е в а Н.В. Определение энзиматически гидролизующихся соединений фосфора в природных водах // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1989. № 84.
4. C h r ö s t R.J., S i u d a W., A l b r e c h t D., O v e r b e c k J. A method for determining enzymatically hydrolyzable phosphate in natural waters // Limnol., Oceanogr. 1986. Vol. 31, N 3.
5. C h r ö s t R.J., O v e r b e c k J. Kinetics of alkaline phosphatase activity and phosphorus availability for phytoplankton and bacterioplankton in lake Plußsee // Microbial Ecology. 1987. Vol. 13, N 3.
6. F r a n c k o D.A. Relationship between phosphorus functional classes and alkaline phosphatase activity in reservoir lakes // J. Freshwater Ecol. 1984. Vol. 2.
7. J a n s s o n M. Enzymatic release of phosphate in water from subarctic lakes in northern Sweden // Hydrobiologia. 1977. Vol. 56, N 2.
8. К о б о р и Н., Т а г а Н. Extracellular alkaline phosphatase from marine bacteria // Canad. J. Microbiol. 1980. Vol. 26.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 681.2.08

П.А. В о л о б а е в

# КОМПЛЕКТ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПОЛЕВЫХ ГИДРОБОТАНИЧЕСКИХ РАБОТ

Специфика проведения научно-исследовательских работ в полевых экспедиционных маршрутах выдвигает несколько требований к используемому оборудованию, из которых особо следует выделить компактность, низкую массу инструментов, надежность и удобство в эксплуатации. Это необходимо при маршрутном изучении малонаселенной территории с неразвитой сетью транспортных сообщений,

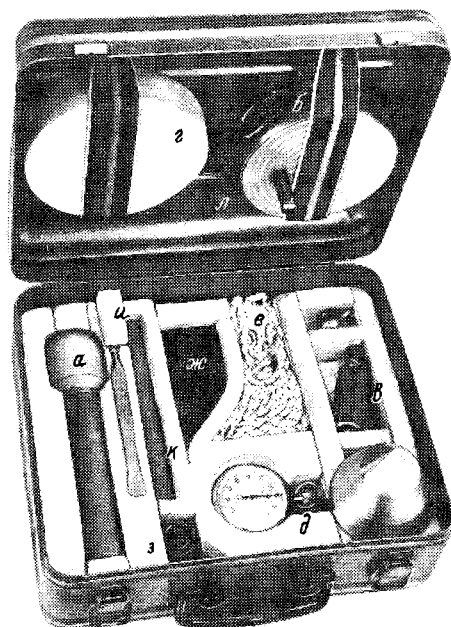


Рис. 1. Общий вид полевого комплекта инструментов.

а – водный термометр в пенале; б – лот-рулетка; в – сменный набор грузов; г – поплавок; д – секундомер; е – мерный шнур; ж – лупа; з – мерная лента; и – скальпель; к – запасной термометр; л – футляр комплекта.

что предполагает значительные нагрузки на участников экспедиции, если применяются автономные способы передвижения.

На кафедре экологии растений Кемеровского государственного университета разработан портативный комплект инструментов для измерения параметров основных факторов среды, а также для первичной обработки материала в полевой гидробиотанической практике. Создание данного комплекта обусловлено проведением экспедиций по труднодоступным районам Кузнецкого Алатау. Основу комплекта составляют традиционно применяемые при лимнологических и гидробиологических исследованиях инструменты [1, 2], усовершенствованные согласно вышеизложенным требованиям. Кроме того, использованы некоторые технические решения, позволяющие повысить эффективность эксплуатации оборудования.

Портативный комплект представлен водным термометром в пенале, лот-рулеткой со сменным набором грузов, набором для измерения скорости течения, мерным шнуром для прокладки линий профилей на водоеме (рис. 1).

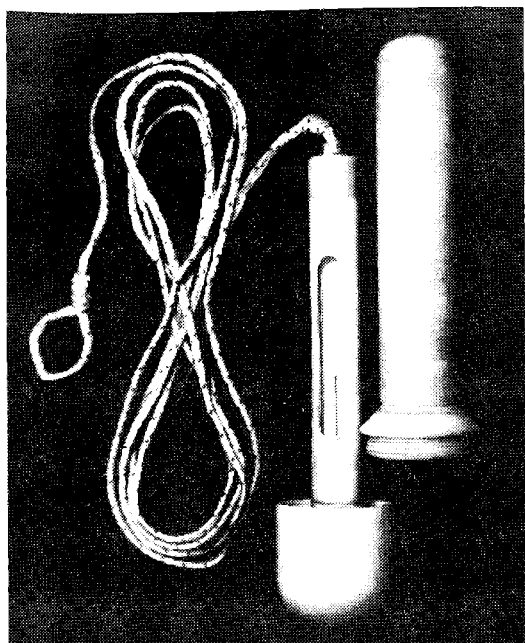


Рис. 2. Полевой водный термометр.

Дополнительно к составу комплекта отнесены мерная лента с сантиметровыми отметками, запасной термометр, скальпель для подготовки растений к гербаризации и для препарирования при первичном определении, лупа с увеличением  $\times 4$  и  $\times 10$  для определения гидрофитов.

Все инструменты сосредоточены в металлическом футляре с подложкой и ячейками размещения, футляр снабжен ручкой для удобства переноски. Габариты футляра составляют  $250 \times 210 \times 110$  мм, а масса комплекта в целом не превышает 1800 г.

Конструкция полевого водного термометра приведена на рис. 2. Он снабжен пеналом, защищающим стеклянную основу прибора от возможного повреждения при транспортировке. Корпус инструмента выполнен из легкой и высокопрочной пластмассы — капролона. Оригинальность технического решения заключается в использовании составной части оправы термометра (стакана) для закрепления на нем крышки пенала, что в совокупности и составляет пенал прибора.

Лот-рулетка выполнена аналогично простой мерной рулетке. Корпус изготовлен из дюралюминия Д-16Т, для измерения глубины применяется капроновая лента с нанесенной 20-сантиметровой разметкой, длина ленты 15 м. Набор грузов состоит из двух шаровидных грузиков и разборного груза в воронкой. Применение последнего инструмента позволяет одновременно с измерением глубины

проводить отбор проб грунта. Материал изготовления – нержавеющая сталь, воронка с крышкой выполнены из дюралюминия.

Набор для измерения скорости течения составляют секундомер и поплавки. Исходный материал для поплавок – пенополиэтилен, более прочный и эластичный по сравнению с традиционно используемым в данных целях пенопластом.

Разметка мерного шнура и лотиня осуществлена путем нанесения полихлорвиниловых отметок различного цвета в зависимости от значения конкретной отметки. Технология разметки предельно проста, для этого необходимо использовать раствор полихлорвинила в органическом растворителе – тетрагидрофуране. Требуемый цвет можно подобрать, используя разноцветную изоляцию электропроводов. Такие отметки отличаются высокой устойчивостью к истиранию, чем способствуют долгосрочному служению лотиня.

Подложка футляра вместе с ячейками размещения инструментов, также как и поплавки, выполнена из пенополиэтилена. Эластичности данного материала обеспечивает надежное закрепление инструмента в ячейке, амортизирующие свойства пенополиэтилена предотвращают комплект от практически неизбежных на маршруте механических воздействий – толчки, тряска и т.д. При случайном попадании в воду высокая плавучесть применяемого материала обеспечивает устойчивое положение комплекта на поверхности.

Инструментарий испытан в 1988 г. на шести маршрутах по водотокам западного макросклона Кузнецкого Алатау. Результаты испытаний свидетельствуют о достаточной надежности, эффективности и удобстве портативного комплекта инструментов для широкого круга как маршрутных, так и стационарных гидробиологических работ. Существует возможность для дальнейшего его совершенствования. С точки зрения автора, целесообразно включение в комплект миниатюрного детского микроскопа „Аналит“, выпускаемого объединением ЛОМО и снабженного панкратическим окуляром, диапазон измерения его  $\times 50-900$ . Существенно не увеличив массу набора инструментов в целом, микроскоп позволит с большей достоверностью проводить определение видовой принадлежности растений и гидробионтов. Это безусловно расширит область применения портативного инструментария по сравнению с объемом работ, доступным при эксплуатации комплекта в его настоящем варианте. Габариты „Аналита“ не препятствуют размещению микроскопа в футляре комплекта.

#### Л и т е р а т у р а

1. К а т а н с к а я В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР: Методы изучения. Л., 1981.
2. Л е п и л о в а Г.К. Инструкция для полевого исследования высшей водной растительности // Инструкция по биологическим исследованиям вод. Л., 1934. Ч. 2, раздел А, вып. 5.

Кемеровский университет

# СОДЕРЖАНИЕ

## ИНФОРМАЦИИ

11-я школа-семинар „Современные проблемы и методы физиологии и патологии пищеварения“ (В.В. Кузьмина) .....	3
Школа-семинар „Методы популяционного анализа и его применение в диатомологии“ (С.И. Генкал) .....	5

## СООБЩЕНИЯ

Буторин А.Н. О способности аэробных сапрофитных бактерий к росту на иловых вытяжках .....	6
Копылов А.И., Крылова И.Н. Характеристика размерного состава бактериопланктона Рыбинского водохранилища в подледный период .....	10
Романенко В.И., Кореньков В.Н. Влияние азида натрия ( $\text{NaN}_3$ ) на гетеротрофную ассимиляцию $\text{CO}_2$ у <i>Pseudomonas dechromatikan</i> (Rom.), штамм А-532 .....	14
Воронин Л.В. Грибы на отмерших гидрофильных растениях озер Эстонии .....	17
Генкал С.И., Кулumbaева А.А. О диатомовых водорослях (Centrophyceae) оз. Сонг-Кель (Западный Тянь-Шань) .....	21
Вехов Н.В. Распространение и биология <i>Triops cancriformis</i> (Bosc) (Notostraca) и <i>Streptocephalus torvicornis</i> (Waga) (Anostraca) на европейской части СССР .....	26
Жуков Б.Ф. Гетеротрофные жгутиконосцы в планктоне Рыбинского водохранилища .....	30
Мыльников А.П. Строение клеток жгутиконосца <i>Cercobodo cometa</i> .....	33
Мыльникова З.М. Планктонные инфузории камских водохранилищ .....	38
Вербицкий В.Б., Вербицкая Т.И. Эффективность использования <i>Bosmina longirostris</i> O.F. Müller личинками рыб .....	41
Кузьмина В.В. Активность ферментов, обеспечивающих гидролиз белковых компонентов корма у русского осетра .....	45
Лысанов А.В., Микряков В.Р. Особенности сезонной динамики общего белка и бактериоагглютининов у карпа ( <i>Cyprinus carpio</i> L.) в условиях тепловодного хозяйства .....	49
Микряков В.Р., Силкина Н.И. Состав липидов тканей карпа при бактериальной инфекции .....	52
Малинин Л.К., Базаров М.И. Поведение севрюги в верхнем бьефе Федоровского гидроузла (р.Кубань) во время анадромной миграции .....	56
Стрельников А.С., Терещенко В.Г., Терещенко Л.И. К оценке влияния локального антропогенного воздействия на видовую структуру рыб в Рыбинском водохранилище .....	59
Касьянов А.Н. Опыт использования скоррелированных морфологических признаков в популяционных исследованиях плотвы: I. Корреляционный анализ морфологических признаков у плотвы .....	63
Терещенко В.Г. К математическому описанию процесса возвращения рыб в скопление .....	68
Трифонова Н.А., Васильева Н.В. О содержании фосфоэфиров в воде Рыбинского водохранилища .....	71
Волобаев П.А. Комплект инструментов для полевых гидротанических работ .....	75

INFORMATION		Page
XI School-seminar „Modern problems and methods in physiology and pathology of digestion (V.V. K u z m i n a) . . . . .		3
School-seminar „Methods of population analysis and their application in diatomology" (S.I. G e n k a l) . . . . .		5
ARTICLES		
B u t o r i n A.N. On ability of aerobic saprophytic bacteria for growing on silt extracts . . . . .		6
K o p y l o v A.I., K r y l o v a I.N. Characteristics of bacterioplankton size composition in the Rybinsk reservoir during the ice period . . . . .		10
R o m a n e n k o V.I., K o r e n k o v V.N. Effect of sodium azide ( $\text{NaN}_3$ ) on heterotrophic $\text{CO}_2$ assimilation in <i>Pseudomonas dechromatians</i> (Rom.), strain A-532 . . . . .		14
V o r o n i n L.V. Fungi on dead hydrophilous plants of the Estonian lakes . . . . .		17
G e n k a l S.I., K u l u m b a e v a A.A. On diatom algae (Centrophyceae) of the Song-Kël lake (West Tien Shan) . . . . .		21
V e k h o v N.V. Distribution and biology of <i>Triops cancriformis</i> (Bosc) (Notostraca) and <i>Streptocephalus torvicornis</i> (Waga) (Anostraca) in the European part of the USSR . . . . .		26
Z h u k o v B.F. Heterotrophic flagellates in the plankton of the Rybinsk reservoir . . . . .		30
M y l n i k o v A.P. Cell structure of flagellate <i>Cercobodo cometa</i> . . . . .		33
M y l n i k o v Z.M. Plankton infusoria of the Kama reservoirs . . . . .		38
V e r b i t s k y V.B., V e r b i t s k a y a T.I. Use efficiency of <i>Bosmina longirostris</i> O.F. Müller by fish larvae . . . . .		41
K u z m i n A.V. Activity of enzymes providing hydrolysis of protein components of food in a Russian sturgeon . . . . .		45
L y s a n o v A.V., M i k r y a k o v V.R. Peculiarities of the seasonal dynamics of the total albumen and bacterioagglutinins in carp ( <i>Cyprinus carpio</i> L.) under conditions of a warm waters fish-farm . . . . .		49
M i k r y a k o v V.R., S i l k i n a N.I. Lipid composition of carp tissues at bacterial infection . . . . .		52
M a l i n i n L.K., B a s a r o v M.I. Sturgeon behaviour in the head water of the Fyodorovsk thermal power station (the Kuban river) during its adromous migration . . . . .		56
S t r e l n i k o v A.S., T e r e s h c h e n k o V.G., T e r e s h c h e n k o L.I. To estimation of the local antropogenic effect species structure of fishes in the Rybinsk reservoir . . . . .		59
K a s y a n o v A.N., Application of correlated morphological features for investigations of perch population. I. Correlation analysis of morphological features of perch . . . . .		63
T e r e s h c h e n k o V.G. To mathematical description of fish returning to the stock . . . . .		68
T r i f o n o v a N.A., V a s i l i e v a N.V. On phosphoether content in the water of the Rybinsk reservoir . . . . .		71
V o l o b a e v P.A. A set of instruments for field hydrobotanic works . . . . .		75