



ISSN 0320-9652
АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

46

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 46



ЛЕНИНГРАД

«НАУКА»

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

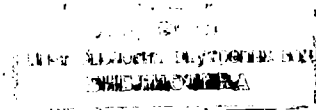
1980

Издание содержит одну информацию о научно-координационном совещании по проблемам рыбопропуска и рыбозащиты и ряд оригинальных статей по вопросам гидрологии, водной микробиологии, гидробиологии, продукции, питанию водных животных.

Рассчитано на широкий круг гидробиологов, зоологов, экологов и специалистов рыбного хозяйства.

Ответственный редактор
Б.А. ФЛЕРОВ

3499/п



НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМАМ РЫБОПРОПУСКА И РЫБОЗАЩИТЫ

7-9 февраля 1979 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР состоялось очередное координационное совещание организаций-соисполнителей по 3 темам ГКНТ СССР 10.02.Н и 10.02.03. и подразделам Н2 и С8 - „Рыбопропускные сооружения, искусственные нерестилища, инженерно-экологический метод защиты рыб от попадания в водозаборы” (Головная организация - Гидропроект им. С.Я. Жука).

В совещании участвовало 27 специалистов из 16 научных и научно-производственных организаций: Гидропроект им. С.Я. Жука и его научно-исследовательский сектор (НИС), Главрыбвод, Теплоэлектропроект, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт, Калининский политехнический институт, Калининградский университет, АзНИИРХ, ИБВВ АН СССР, ЦНИОРХ, ЦКТБ Запрыба и др.

На совещании были заслушаны информации о развертывании работ по комплексному использованию водохранилищ, проектированию новых ГЭС, АЭС и ТЭЦ, о состоянии и результатах инженерно-экологических исследований.

В серии докладов рассмотрены новые разработки в области учета численности и распределения рыб в районах плотин гидроузлов и водозаборов, в том числе: методы управления поведением рыб с помощью направленных изменений структуры потока и скорости течения, геометрии водозаборных устройств и местоположения их в водоеме, конструктивных особенностей искусственных нерестилищ (нерестовых панелей) и нерестовых каналов, направляющих решеток плавучих рыбонакопителей, вопросы оптимальных условий привлечения рыб в рыбопропускные сооружения, а также новые типы защиты водозаборов (мягкие конструкции).

Представители организаций-соисполнителей информировали совещание об итогах исследований в прошедшем году и планах на 1979 г.

Совещание отметило, что в 1978 г. выполнен сравнительно большой объем натурных и модельных исследований. Разработаны новые и усовершенствованы существующие методы биологического контроля за состоянием популяций пересаживаемых и охраняемых рыб; особенно перспективными из них признаны биолого-гидравлический и биотелеэхометрический методы.

Было признано, что удовлетворительная работа новых рыбопропускных сооружений, в частности на Кочетовском и Краснодарском

гидроузлах, полностью основывается на должном учете биологических требований, выявленных в ходе исследований поведения рыб. Из способов рыбозащиты в настоящее время наиболее перспективны инженерно-экологический и экологический, разработанные также на основе знания закономерностей поведения и распределения молоди рыб в водоемах.

Весьма эффективны разработанные в ЦКТБ Запрыба искусственные нерестилища. Но слабая координация и недостаточное руководство не позволили в прошедшем году провести экспериментальные испытания этих нерестилищ в производственных масштабах. Слабая координация научных работ имела также место и во время экспериментальных испытаний Нижневолжского гидроузла (вододелителя).

В ходе обсуждения состояния работ по темам ГКНТ СССР согласованы сроки комплексных исследований на 1979 г.

В связи с завершением в 1979 г. темы „Разработать и внедрить новые эффективные типы рыбопропускных сооружений” признано необходимым уделить особое внимание обобщению результатов пятилетних работ и составить сводный том „Рекомендаций по конструированию, строительству и эксплуатации рыбопропускных сооружений на водоемах СССР”.

Принято решение о значительном расширении научно-исследовательских работ в области защиты молоди и взрослых рыб от попадания в водозаборные сооружения с большими расходами воды.

Совещание отметило заметный рост качества исследований, проводимых совместно биологами и инженерами, и перспективность их рабочих контактов в дальнейшем.

Л.К. Малинин

УДК 543.39+551.234

Л.А. Г а м и д о в а, Э.Г. Д о б р ы н и н

МИКРОФЛОРА ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ДАГЕСТАНА

Дагестан характеризуется активной тектонической деятельностью, сопровождающейся выходом на поверхность глубинных вод. К последним относятся термальные источники курортов Ахты, Каякент и Талги. Несмотря на большое бальнеологическое значение и интенсивное использование источников указанных групп, с биологической стороны они практически не изучались. Поэтому задачей наших исследований было дать общую микробиологическую характеристику этих водоемов. Работу проводили в сентябре-октябре 1977 г.

Группа источников „Ахты” расположена в южной части Дагестана в долине р. Самур на высоте 1160 м над уровнем океана. По мнению В.П. Ренгартена (цит. по: [2]), ахтынские источники приурочены к толще темносерых глинистых сланцев нижней юры. Химический состав характеризуется формулой:

$$M_{1.51} \frac{HCO_3^- 58, Cl^- 41.4}{(Na + K) 97.5}, \quad t = 49^\circ, \quad pH = 7.1.$$

Количество сульфат-ионов не превышает 7-12 мг/л.

На расстоянии 1 км от ахтынских источников вниз по р. Ахты-Чай на правом берегу имеются выходы горячих щелочных вод „Джани”, генетически связанных с водами ахтынских источников. В 4 из них были проведены микробиологические анализы (см. таблицу, ст. I-IV). Химический состав источников „Джани” достаточно полно отображается формулой [2]:

$$M_{3.09} \frac{HCO_3^- 58, Cl^- 41.3}{(Na + K) 99.2}, \quad t = 38-43^\circ, \quad pH = 8.5.$$

Содержание сульфатов колебалось от 6 до 12 мг/л.

Вторая группа обследованных источников (каякентская) расположена в приморской полосе Дагестана, сложенной древнекаспийскими и третичными известняками, а также современными песчаными и глинистыми отложениями. Химический состав вод этой группы был изучен М.С. Бежаевым и выражен формулой [1]:

$$M_{1.16} \frac{HCO_3^- 45, SO_4^{2-} 45.4}{(Na + K) 70, (Ca + Mg) 30}, \quad t = 45^\circ, \quad pH = 7.4-8.0.$$

Микробиологическая характеристика термальных источников Дагестана

Номера станций	H_2S , мг/л	pH	$t^{\circ}C$	Сапрофиты, кл/мл		Углеводород-окисляющие бактерии, кл/мл		Азотобактер, кл/мл		Метанообразующие бактерии, кл/мл		Сульфатредуцирующие бактерии, кл/мл	
				вода	ил	вода	ил	вода	ил	вода	ил	вода	ил
I	1.7	8.9	41	3200	$1.8 \cdot 10^6$	10^3	10^6	-	$27 \cdot 10^3$	650	1300	0	10
II	1.7	8.7	38	4000	$7.0 \cdot 10^6$	10^4	10^7	-	$8 \cdot 10^3$	40	400	0	0
III	2.6	8.2	35	7000	-	10^2	-	-	-	-	-	0	10^2
IV	2.1	9.4	43	250	$72 \cdot 10^6$	10^3	10^7	-	$29 \cdot 10^4$	0	0	0	10^2
V	15.0	10.1	42	5700	$0.42 \cdot 10^6$	0	10^2	-	0	0	0	0	0
VI	15.8	7.7	50	410	$4 \cdot 10^4$	10	10^2	-	0	0	0	0	0
VII	28.3	6.9	21	0	$0.58 \cdot 10^6$	10	10^3	-	0	0	10^2	-	10^4

Группа источников курорта Талги расположена в предгорном поясе вдоль берегов р. Черкез-Озень и окружена горными хребтами Кукурт-Тау, Нарат-Тюбинским и Гелинским. Основные скважины термальных источников во время экспедиции не функционировали, поэтому пробы для микробиологического анализа были взяты из диких выходов несколько выше курорта. По данным П.Г. Соколова [4], вода основных талгинских источников чистая, слегка зеленоватого цвета, с сильным запахом сероводорода, с температурой 37-38°. По химическому составу относится к типу высококонцентрированных сероводородных (до 650 мг/л H_2S), хлоридно-натриевокальциевых терм средней минерализации.

Величину pH измеряли электрическим pH-метром ППМ-ОЗМТ. Концентрацию сероводорода и сульфидов определяли иодометрическим титрованием. Численность микроорганизмов различных физиологических групп подсчитывали посевами на питательные среды, состав которых приведен в практическом руководстве В.И. Романенко и С.И. Кузнецова [3]. Посевы делали из воды и илов источников.

Результаты микробиологических анализов представлены в таблице. Высокая численность углеводородокисляющих и наличие метанобразующих бактерий в пробах группы „Джани“ (ст. I-1У) указывают на их несомненную генетическую связь с пластовыми водами нефтяных месторождений. Источники этой группы имеют значительный подток поверхностных вод, о чем свидетельствует большое количество сапрофитных бактерий (от 3200 до 700 кл/мл в их воде). Чистой оказалась лишь вода из скважины 1У, где сапрофитов было обнаружено 250 кл/мл.

Для источников района Каякента (см. таблицу, ст. У, У1) характерно высокое содержание сульфатов и сульфидов (до 15 мг/л). Их вода явно бедна органическим веществом, так как при высоких концентрациях сульфатов в ней отсутствовали сульфатредуцирующие бактерии. Один из источников (ст. У) имел сильный подток поверхностных вод, на что указывала высокая численность (до 5700 кл/мл) сапрофитных бактерий. В коренной своей струе он не связан с нефтяными пластовыми водами, поскольку в пробе отсутствовали углеводородокисляющие и метанобразующие бактерии. Второй источник (ст. У1) был, несомненно, глубинным, так как в его воде и иловых отложениях найдено очень мало сапрофитов и были обнаружены углеводородокисляющие бактерии.

Воду из дикого источника в районе Талги нельзя считать характерной для этой группы, а сам источник (ст. VII) генетически связанным с основными скважинами района. В отличие от последних, обследованный источник имел температуру 21°, а сероводорода содержалось около 28 мг/л. Вода источника, очевидно, была глубинной, так как не содержала сапрофитных бактерий. Наличие в воде углеводородокисляющих и в илах метанобразующих бактерий указывает на связь источника с нефтяными водами.

Таким образом, 4 из 7 обследованных нами источников (I-III и V) имеют заметный подток поверхностных вод. Наличие углеводородоокисляющих бактерий в 6 источниках из 7 указывает на их генетическую связь с пластовыми водами нефтяных месторождений. Все источники явно бедны органическим веществом, о чем свидетельствует отсутствие в их воде сульфатредуцирующих бактерий при наличии сульфатов.

Л и т е р а т у р а

1. Б е ж а е в М.С. Гидрохимические исследования в Дагестанской АССР. - Сб. науч. сообщ. кафедры химии ДГУ, Махачкала, 1965, вып. 1, с. 3-16.
2. Б е ж а е в М.С., А с а е в А.М. Минеральные источники Ахтынского района Дагестанской АССР. Махачкала, 1966, 212 с.
3. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Лабораторное руководство. Л., 1974. 194 с.
4. С о к о л о в П.Г. Формирование талгинских сероводородных вод. - Сб. науч. сообщ. кафедры химии ДГУ, Махачкала, 1965, вып. 1, с. 64-71.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 581.132.08:582.26

Л.Е. С и г а р е в а

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПИГМЕНТОВ ФИТОПЛАНКТОНА И pH СРЕДЫ В СКЛЯНКАХ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ФОТОСИНТЕЗА

Скляночный метод, несмотря на ряд недостатков, до сих пор остается единственным для определения продукции фитопланктона. Он основан на допущении идентичности процессов метаболизма в склянках и в водоеме. Существует много разногласий по поводу длительности экспозиции проб. Известно, что интенсивность фотосинтеза в суточном опыте ниже суммы результатов отдельных определений за короткие экспозиции [1, 12]. Преимущества последних очевидны, но для оценки первичной продукции гидробиологи обычно используют величины фотосинтеза за сутки, и многие предпочитают результаты непосредственных определений расчетным данным. В связи с этим следует знать, в какой степени изменяются условия для фотосинтеза в склянках за время эксперимента. В данной рабо-

те рассматриваются изменения за сутки концентраций хлорофилла как показателя плотности фитопланктона и рН как показателя наличия свободной углекислоты – основного источника углерода для фотосинтеза.

Материал собирался в Рыбинском водохранилище в 1973–1974 г. и в Ивановском летом 1973 г. Пигменты анализировались стандартным спектрофотометрическим методом до и после экспозиции проб в „светлых” склянках из белого стекла объемом 250–1000 мл параллельно с измерениями продукции в 64 опытах. Для расчета концентраций использовались формулы ЮНЕСКО [11] (для хлорофилла A), Парсонса и Стрикленда [9] (для каротиноидов) и Лоренцена [8] (для феофитина). Чувствительность определений перечисленных пигментов составляла соответственно 0.17, 0.12 и 0.9 мкг/л (при объеме профильтрованной воды 1 л, объеме вытяжки пигментов 10 мл и длине кюветы 2 см). Измерения рН проводились по шкале индикаторных растворов в контрольной пробе и через сутки в „светлых” и „темных” склянках в опытах по определению фотосинтеза фитопланктона на Ивановском водохранилище.

Содержание хлорофилла фитопланктона, собранного в глубоководной зоне Рыбинского водохранилища летом 1973 г. и в течение вегетационного сезона 1974 г., мало изменялось за время экспонирования, причем в июне–августе оно в основном увеличивалось, а в сентябре–октябре – уменьшалось. Разница между исходным и конечным его количеством почти всегда превышала величину чувствительности метода, но редко составляла более 20% от начальной концентрации. Аналогично изменялось содержание каротиноидов. Колебания количества феофитина за сутки были в пределах точности метода. В опытах с фитопланктоном прибрежья значительные изменения фотосинтезирующей биомассы (хлорофилла) отмечались чаще, чем в опытах с планктоном глубоководной зоны.

Анализируя результаты экспериментов, в которых содержание пигментов изменялось более чем на 20%, следует отметить снижение за сутки плотности фитопланктона в пробах из мелководной зоны (см. таблицу). Одновременная убыль хлорофилла и каротиноидов может указывать на выедание водорослей зоопланктерами, поскольку в случаях „самоотмирания” следовало бы ожидать уменьшение только концентрации хлорофилла A как пигмента, наиболее быстро подвергающегося разрушению при неблагоприятных условиях. Это подтверждается увеличением содержания феопигментов при снижении концентрации хлорофилла. Превращение хлорофилла в феофитин возможно при заглатывании и переваривании водорослей зоопланктерами [7], которых было много на изучаемом мелководье [4]. Однако четкая зависимость между убылью хлорофилла и возрастанием количества продуктов его распада прослеживается не всегда (см. таблицу), поскольку образующиеся феопигменты в освещенных слоях воды не накапливаются, а подвергаются фотоокислению.

Один из изменяющихся факторов фотосинтеза в склянках – концентрация углекислоты. В воде существует определенное соотноше-

Изменение содержания пигментов фитопланктона за сутки

Хлорофилл <i>a</i> , мкг/л		Каротиноиды, мк SPU/л		Феопигменты, мкг/л	
I	II	I	II	I	II

Мелководная зона

2.8	1.4	2.3	1.5	0.5	0.3
2.8	1.4	4.3	2.0	1.3	0.5
3.2	2.5	3.8	3.5	2.6	3.5
4.1	3.0	4.3	3.6	0.3	0.6
4.4	2.4	7.5	2.2	0.0	0.0
5.7	4.3	7.8	4.1	0.0	0.7
7.2	4.5	8.3	5.2	4.3	2.0
7.7	4.4	6.0	4.0	1.6	2.1
7.8	2.1	10.0	3.4	5.5	1.3
9.5	7.1	8.1	5.5	0.0	2.4
12.3	8.1	12.0	6.8	1.8	2.8
46.0	34.6	43.0	31.1	6.8	9.2

Глубоководная зона

1.8	1.4	3.0	2.5	0.2	0.1
1.8	2.8	1.8	3.5	1.0	0.1
2.2	0.7	3.0	1.4	0.8	0.5
3.8	8.8	3.3	7.2	0.4	0.9
5.8	2.6	7.2	3.7	1.6	0.7
27.2	43.9	23.8	37.0	3.2	1.8

П р и м е ч а н и е. I – содержание пигментов до опыта,
II – после опыта; мк SPU – специфическая единица веса, близкая
к 1 мкг.

ние ее форм, зависящее от величины pH. С возрастанием pH до 8.3 содержание CO_2 — основного источника углерода — резко снижается. Но поскольку оптимальным условием для развития некоторых водорослей является слабощелочная среда [5], некоторые исследователи не отрицают возможности использования гидрокарбонатов [2, 3, 6, 10].

В опытах по фотосинтезу двуокись углерода поглощается фитопланктоном преимущественно в „светлых” склянках и выделяется в „темных”, что приводит к изменению pH среды. При плотности фитопланктона, соответствующей 3.7–67.8 мкг хлорофилла/л, концентрации кислорода в пробах от 6.81 до 10.80 мг/л и температуре около 20–22°, изменения pH не превышали 0.75. Эта величина не столь велика, чтобы изменить направленность работы фотосинтетического аппарата [6]. Вместе с тем во всех опытах смещается равновесие карбонатной системы вследствие подщелачивания среды „в светлых” склянках. Если в пробах с содержанием хлорофилла от 10 до 20 мкг/л гидрокарбонаты становятся основным источником углерода только через сутки, то в более богатых фитопланктоном пробах, где $\text{pH} > 8.3$, они преобладают даже в контрольных образцах. В таких случаях отсутствие CO_2 может лимитировать фотосинтез в склянках [10] и привести к занижению его интенсивности по сравнению с водоемом, куда CO_2 поступает из воздуха.

Из результатов работы видно, что в подавляющем большинстве опытов по определению фотосинтеза изменения биомассы (хлорофилла) фитопланктона составляют менее 20% от исходной, а pH среды смещается не более, чем на 0.75. Значительное снижение биомассы (на 20–50%) отмечалось только в некоторых случаях при обильном развитии зоопланктона.

Л и т е р а т у р а

1. К о в а л е в с к а я Р.З. К вопросу о длительности экспозиции склянок в водоеме при измерении первичной продукции планктона. — В кн.: Лимнология. Рига, 1968, т. 33, ч. 1, с. 83–86.
2. М е р е ж к о А.И. Об источниках углерода при автотрофном питании синезеленых водорослей. — В кн.: Цветение воды. Киев, 1968, вып. 1, с. 187–196.
3. М е р е ж к о А.И. Роль концентрации водородных ионов в продуктивности синезеленых водорослей. — В кн.: Цветение воды. Киев, 1969, вып. 2, с. 96–102.
4. С т о л б у н о в а В.Н. Зоопланктон прибрежной зоны Рыбинского и Ивановского водохранилищ в 1971–1974 гг. — В кн.: Гидробиологический режим мелководий верхневолжских водохранилищ. Ярославль, 1976, с. 170–213.
5. Т р у х и н Н.В. Оптимальные значения pH для роста некоторых синезеленых водорослей. — Бюл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1960, № 6, с. 7–9.

6. Ш и я н П.Н., М е р е ж к о А.И. Влияние концентрации водородных ионов на фотосинтез и метаболизм радиоуглерода у водных растений. - Гидробиол. ж., 1972, т. 8, № 2, с. 34-41.
7. C u r r i e R.J. Pigments in zooplankton faeces. - Nature, 1962, vol. 193, N 10, p. 956-957.
8. L o r e n z e n C.J. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. - Limnol. a. Oceanogr., 1967, vol. 12, N 2, p. 343-346.
9. P a r s o n s T.R., S t r i k l a n d J.D.H. Discussion of spectrophotometric determination of marine-plant pigments with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. - J. marine res., 1963, vol. 21, N 3, p. 155-163.
10. T a l l i n g J.F. The depletion of carbon dioxide from lake water by phytoplankton. - J. Ecol., 1976, vol. 4, p. 79-121.
11. U N E S C O. Monographs on oceanographic methodology. Paris, 1966. 69 p.
12. V o l l e n w e i d e r R.A. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. IBP. Handbook, 1969, N 12, 225 p.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.18;591.13

Ш.Г. П о л и х р о н о в

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ПИТАНИЮ KERATELLA QUADRATA (MÜLLER) И EUCHLANIS DILATATA (EHRENB.) (ROTATORIA)

Keratella quadrata (Müller) и *Euchlanis dilatata* (Ehrenb.) широко распространены в р. Северский Донец, где играют существенную роль в трофических связях организмов планктона и зарослей макрофитов. Литературные сведения относительно их питания весьма ограничены [11].

Наиболее полные данные о пищевой избирательности, интенсивности и эффективности питания, об использовании пищи на рост имеются лишь для некоторых видов коловраток - *Brachionus calyciflorus* (Pallas), *Philodina roseola* (Ehr.) [1-3, 6-8], *Asplanchna priodonta* (Gosse), *A. herricki* (Guer) [5, 12]. Относительно *K. quadrata* высказывается мнение, что для нее характерно питание мелкими формами водорослей, которые

служат основным видом корма [9, 10, 14]. Питание *E. dilatata* изучал Кинг [13]. В качестве корма для коловраток он использовал *Chlamydomonas reinhardtii*, *Euglena gracilis*, *E. geniculata*. Им было установлено, что развитие отдельных особей и плотность популяции *E. dilatata* в целом находятся в прямой зависимости от концентрации кормовой взвеси.

Количественных данных по интенсивности и эффективности питания *K. quadrata* и *E. dilatata* нет. Задача наших исследований состояла в выяснении роли водорослей и бактерий в питании этих видов и установлении количественных характеристик интенсивности процесса.

Эксперименты выполнены в Институте биологии внутренних вод АН СССР. Опыты проводились с использованием радиоуглеродной методики, разработанной Ю.И. Сорокиным [4].

Коловратки отлавливались в водоеме и помещались в сосуд с водой, предварительно профильтрованной через газ № 77, где выдерживались в течение нескольких часов с целью адаптации к условиям опыта. Эксперименты проводились в сосудах объемом 7–10 мл при температуре 18–20°. В опытные сосуды (с профильтрованной водой) помещались коловратки, которым в качестве корма предлагались водоросли (*Chlorella vulgaris*) и естественный бактериопланктон, меченный радиоактивным углеродом. Предварительно в корме определялась обратная удельная активность (C_p). Опыты ставились в 3 повторностях (при расчетах использовались средние арифметические данные). Время кормления животных составляло 10 мин (время наполнения кишечника). После нескольких отмывок от меченого корма коловратки отбирались пипеткой в сосуд с небольшим объемом воды и фиксировались 5%-ным раствором серной кислоты. Затем их переносили на кусок предметного стекла и высушивали. В таком виде препараты помещались под торцовый счетчик для учета их радиоактивности. При определении радиоактивности величину самопоглощения в телах коловраток не учитывали, так как она компенсируется рассеиванием от предметного стекла [4].

В результате опытов получены количественные характеристики потребления пищи за время опыта и за сутки (C), выражающиеся в мкг C на 1 экз. и в % к весу тела.

Содержание органического углерода в теле коловраток принималось равным 5% от сырого веса, который для *K. quadrata* составлял 0.0004 мг, для *E. dilatata* – 0.002 мг.

Результаты свидетельствуют, что из предложенных кормовых объектов *K. quadrata* предпочтение отдает водорослям (табл. 1). При питании этим видом корма суточный рацион *K. quadrata* составлял 1212%. Бактерии потреблялись значительно хуже: рацион *K. quadrata* не превышал 18.0 мкг C в сутки или 9% от веса тела, т.е. в 130 раз был ниже, чем при питании водорослями. По-видимому, бактерии не могут в полной мере удовлетворить пищевые потребности *K. quadrata*, так как величина рациона в

Т а б л и ц а 1

Питание *K. quadrata* водорослями и бактериями

Вид корма	Число животных в опыте	Рацион, мкг С на 1 экз.		Р, %
		мкг С/ч	мкг С/сутки	
<i>Ch. vulgaris</i>	28	101.0	2424.2	1212
Бактерии	26	0.75	18.0	9

П р и м е ч а н и е. C_r^1 *Ch. vulgaris* - $1.38 \cdot 10^{-6}$, бактерий - $0.37 \cdot 10^{-6}$ мкг С для обоих видов.

Т а б л и ц а 2

Питание *E. dilatata* водорослями и бактериями

Вид корма	Число животных в опыте	Рацион, мкг С на 1 экз.		Р, %
		мкг С/ч	мкг С/сутки	
<i>Ch. vulgaris</i>	27	35.05	841.2	84.0
Бактерии	29	2.06	49.4	5.0

большинстве случаев определяется доступностью корма. В нашем опыте для *K. quadrata* наиболее доступным пищевым объектом оказалась хлорелла.

Аналогичные результаты были получены и в опытах с *E. dilatata*, в которых коловратки более интенсивно потребляли водоросли (табл. 2).

Можно полагать, что в пищевом спектре *K. quadrata* и *E. dilatata* основное место занимают водоросли, бактерии служат лишь дополнительным кормом.

Однако полученные результаты дают лишь предварительное представление о количественной стороне питания *K. quadrata* и *E. dilatata*. Для выяснения основных характеристик питания необходимы дальнейшие исследования трофических показателей этих видов коловраток.

¹ Определение величины C_r и радиоактивности тел коловраток выполнены Е.Б. Павельевой, которой выражаю искреннюю благодарность.

1. Г а л к о в с к а я Г.А. Влияние концентрации пищи на ее усвоение коловраткой *B. calyciflorus* Pallas. - Тр. Белорус. НИИРХа, 1972, вып. 8, с. 104-109.
2. К у т и к о в а Л.А. Коловратки фауны СССР. Л., 1970. 742 с.
3. О в и н н и к о в а В.В., Г л а з а ч е в а И.В. Интенсивность питания и продукция *B. calyciflorus* Pallas при разных концентрациях кормовых микроводорослей. - В кн.: Индустриальные методы рыбоводства. М., 1972, с. 171-180.
4. С о р о к и н Ю.И. О применении радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей водных животных. - В кн.: Планктон и бентос внутренних водоемов. М.-Л., 1966, с. 75-119.
5. С о р о к и н Ю.И., М о р д у х а й - Б о л т о в с к а я Э.Д. Изучение питания коловраток с помощью C^{14} . - Бюл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1962, № 12, с. 17-20.
6. Э р м а н Л.А. О количественной стороне питания коловраток. - Зоол. ж., 1956, т. 35, вып. 7, с. 965-971.
7. Э р м а н Л.А. Об использовании трофических ресурсов водоемов планктонными коловратками. - Бюл. Моск. о-ва испыт. природы, отд-е биол., 1962, т. 67, № 4, с. 32-47.
8. Э р м а н Л.А. О количественной стороне питания и пищевой избирательности у планктонной коловратки *Brachionus calyciflorus* Pall. - Зоол. ж., 1962, т. 41, вып. 1, с. 34-48.
9. Э р м а н Л.А. Питание и размножение планктонных коловраток *Brachionus calyciflorus* в массовых культурах. - ДАН СССР, 1962, т. 144, № 4, с. 926-929.
10. B e a u c h a m p P. Un facteur de la variabilite chez les rotifers du genre *Brachionus*. - Campt. rend. Acad. Sci. Paris, 1938, 234 p.
11. B u l o w Th. Ernahrungbiologische Studien an Eucplaniden (Rotatoria). - Zool. Anz., 1954, vol. 153, p. 126-134.
12. E i s m o n t - K a r a b i n J. Studies on the feeding of planktonic polyphage *Asplanchna priodonta* Gosse (Rotatoria). - Ecol. pol., 1974, vol. 22, N 2, p. 311-317.
13. K i n g C.E. Food, age and the dynamics of a laboratory population of rotifers. - Ecology, 1967, vol. 48, p. 111-128.
14. P o u r r i o t R. Sur la nutrition des Rotifers a partir des Algues d eau douce. - Hydrobiol., 1957, vol. 9, N 1, p. 50-59.

И.А. Скальская

ВЛИЯНИЕ ПОЛИХЛОРПИНЕНА НА РАЗВИТИЕ ЗООПЕРИФИТОНА НА СТЕКЛАХ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ САДКАХ¹

В десяти экспериментальных непроточных садках размером 4х4х1 м изучалось действие различных концентраций полихлорпинена (ПХП) на развитие зооперифитона на предметных стеклах, вертикально укрепленных на 0.5-метровой глубине в специальные штативы. Отбор проб проводили через 6, 10, 17 и 30 суток. Из каждого садка просматривали по 3 стекла.

В любом водоеме развитие обрастаний на новых субстратах определяется составом и обилием перифитонных форм, находящихся в толще воды. В непроточных экспериментальных садках развитие обрастаний на стеклах было крайне ограниченным. В момент заполнения садков водой из Рыбинского водохранилища велигеры дрейссены — одного из основных обрастателей в водохранилище — отсутствовали, и поэтому она не вошла в состав зооперифитона. Всего обнаружено 16 макро- и мейозооперифитонных форм, из них 6 форм личинок хирономид, 5 видов наидид, по одному виду гидр, турбеллярий, ветвистоусых ракообразных и гелеид. Кроме того, в обрастаниях найдены в большом количестве довольно крупные (до 6 мм) кладки водяных клещей. Единично встречались кладки хирономид.

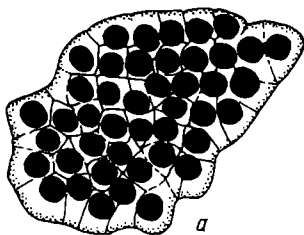
Через 6-10 суток от начала опыта не отмечено различий заселения стекол зооперифитонными животными в контрольных и опытных садках. Фон обрастаний создавали рачки *Sida crystallina* и кладки клещей. На 17-30-е сутки в контрольных садках увеличился состав обрастаний, появились личинки хирономид *Corynoneura scutellata*, *Psectrocladius* gr. *psilopterus* и гелеиды. На каждом стекле насчитывалось по 8-10 экз. зооперифитонных животных, из них 5-6 личинок хирономид. В садках с концентрацией ПХП 1 и 10 мкг/л видовой состав был несколько беднее, а число экземпляров обрастателей в 2-3 раза меньше (3-5 экз.), чем в контрольных. При концентрации ПХП 50 и 100 мкг/л на отдельных стеклах обнаруживались только единичные экземпляры наидид.

Уже на 6-е сутки от начала опыта на стеклах в контрольных и опытных садках появились кладки водяных клещей (см. рисунок, а). Спустя 2 недели в контрольных садках кладок стало еще больше, причем находились они на разных стадиях развития: только что отложенные кладки с яйцами, кладки с эмбрионами, с живыми подвижными нимфами и пустые оболочки кладок. К концу опыта на каждом

¹ Работы велись в рамках совместного советско-американского проекта 02.02.13 „Влияние загрязняющих веществ на гидробионтов и экосистемы водоемов“.

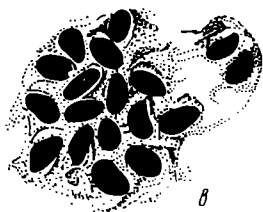
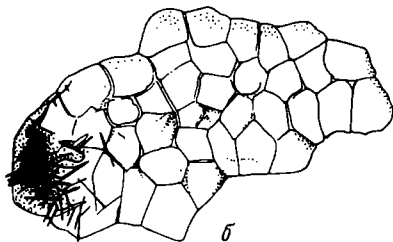
Кладки водяных клещей из образ-
таний на стеклах.

а - кладка из контрольного садка;
б - оболочка кладки после выхода
из нее молоди в контрольном сад-
ке; в - кладка с разрушенной обо-
лочкой и погибшими эмбрионами
(концентрация ПХП 50 мкг/л).



стекле насчитывалось по 10-
12 кладок клещей, также находив-
шихся на разных стадиях развития.

Наблюдения за кладками водя-
ных клещей показали, что в конт-
рольных садках развитие яиц кле-
шей происходит синхронно. После
выхода молоди из кладок остается
довольно прочная оболочка с
хорошо сохранившимися и четко
выраженными ячейками (см. ри-
сунок, б). В садках с concentra-
цией ПХП 50 и 100 мкг/л обо-
лочка кладок клещей растворяется,
она теряет компактность (см. ри-
сунок, в). Внутри остатков кладок
обнаруживались погибшие эмбрионы и нимфы. Как правило, в сад-
ках с этими концентрациями на отдельных стеклах встречалось по
1-2 гибнушей кладке, в то время как в контрольных - кладок бы-
ло значительно больше, и они нормально развивались.



Таким образом, отрицательное воздействие ПХП проявилось толь-
ко при концентрациях 50 и 100 мкг/л. Оно выражалось в слабом
развитии зоообрастаний и в гибели кладок водяных клещей.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.42

П.В. Т у з о в с к и й

О ЛИРОВИДНЫХ ОРГАНАХ ВОДЯНЫХ КЛЕШЕЙ РОДА FELTRIA (FELTRIIDAE, ACARIFORMES)

Лировидные (шелевидные, чашевидные) органы являются орга-
нами химического чувства и выполняют обонятельную функцию [2].

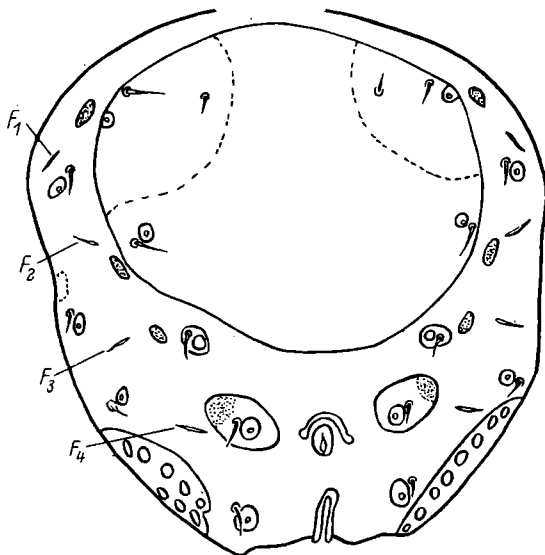


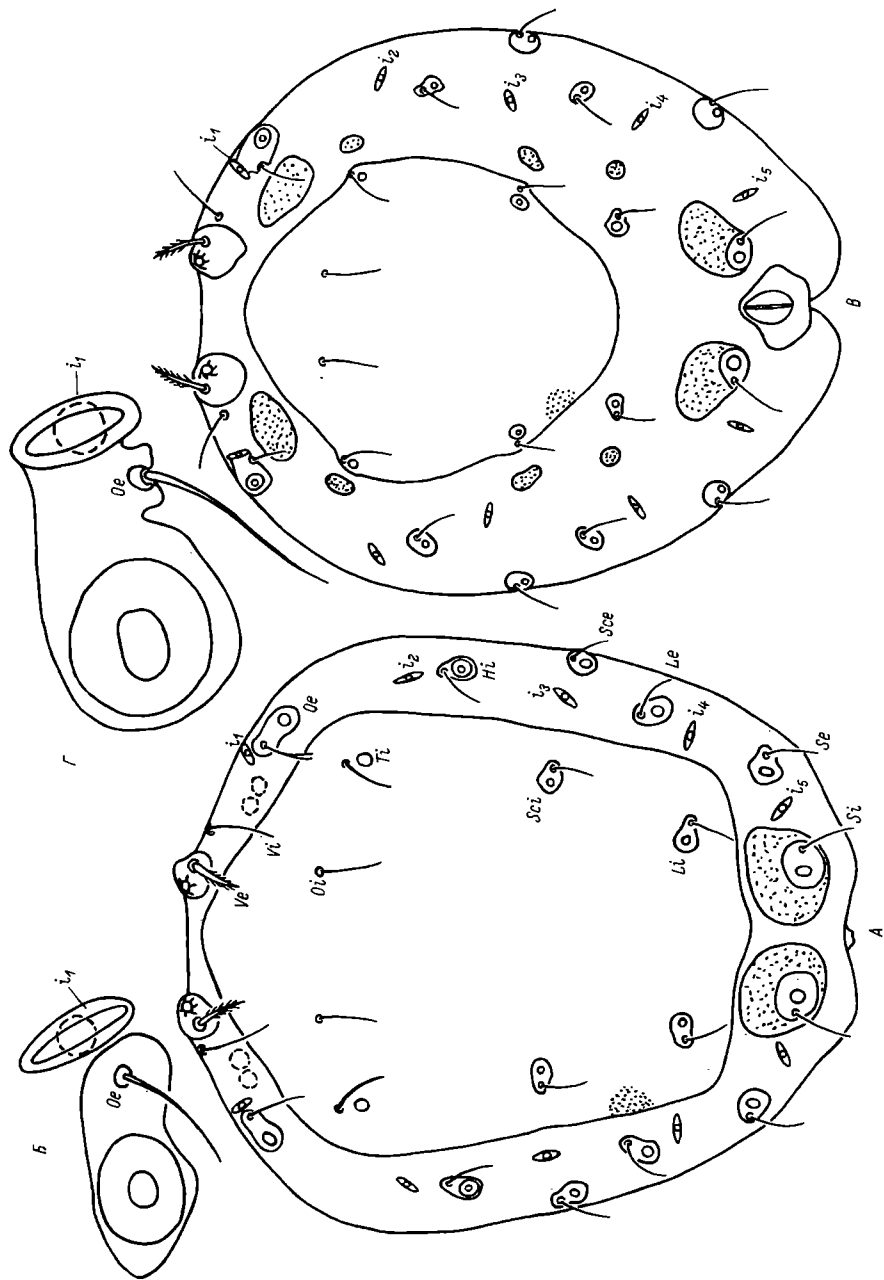
Рис. 1. Схема дорсальных кожных элементов самок рода *Feltria*. (по: Bader [4]), с упрощениями.

$F_1 - F_4$ - лировидные органы.

Полагают, что они выполняют и другие функции, в частности механорецепторов, воспринимающих степень натяжения кутикулы. У водяных клещей лировидные органы впервые были обнаружены Фитсом [5], обозначившим их как *Feltria-Organe*. Сравнительное изучение щелевидных органов в разных группах гидрахнелл на всех активных фазах развития было проведено нами [3]. Установлено, что у всех личинок водяных клещей имеется по 5 пар лировидных органов (i_1-i_5), располагающихся метамерно на туловище. Исключение составляет лишь личинка *Limnochares aquatica* L., у которой метамерный характер размещения чашевидных органов нарушен. В процессе постэмбрионального развития у нимф и имаго *Eylais* и *Limnochares* лировидные органы исчезают, тогда как у остальных гидракарин их число остается неизменным (5 пар). Было высказано предположение, что i_1 относится к протеросоме, i_2-i_5 - к гистеросоме.

Рис. 2. *Feltria rubra* Piersig, 1898.

А, В - дорсальная поверхность, Б, Г - протеросомальный лировидный орган и затылочная наружная щетинка; А, Б - самец, В, Г - самка; i_1-i_5 - лировидные органы. Обозначения щетинок в тексте



Одновременно Бадером [4] опубликована работа, в которой проведено изучение деталей строения водяного клеща *Feltria serazgozariani*, в том числе и лировидных органов, с применением растрового электронного микроскопа. На схеме дорсальных кожных элементов самок *Feltria* (рис. 1) им обозначены 4 пары лировидных органов (F_1 - F_4).

Таким образом, число лировидных органов у *Feltria* по Бадеру [4] отличается от такового большинства гидрахнелл [3]. Ранее, изучая лировидные органы, мы не располагали материалами по роду *Feltria*. В весенне-летний период 1977 г. удалось собрать в горных ручьях Крыма близ Ялты нимф и имаго *F. minuta* Koenike, 1892, а также взрослых клещей *F. rubra* Piersig, 1898. Поэтому мы сочли целесообразным подвергнуть специальному исследованию щелевидные органы *Feltria* с целью установления их истинного количества.

Препараты приготавливались следующим образом. У только что отловленных особей отделялся ротовой аппарат, из тела удалялись все внутренности, так что препарировались только покровы. При этом туловище неизбежно несколько деформировалось, но зато хорошо просматривались все структуры.

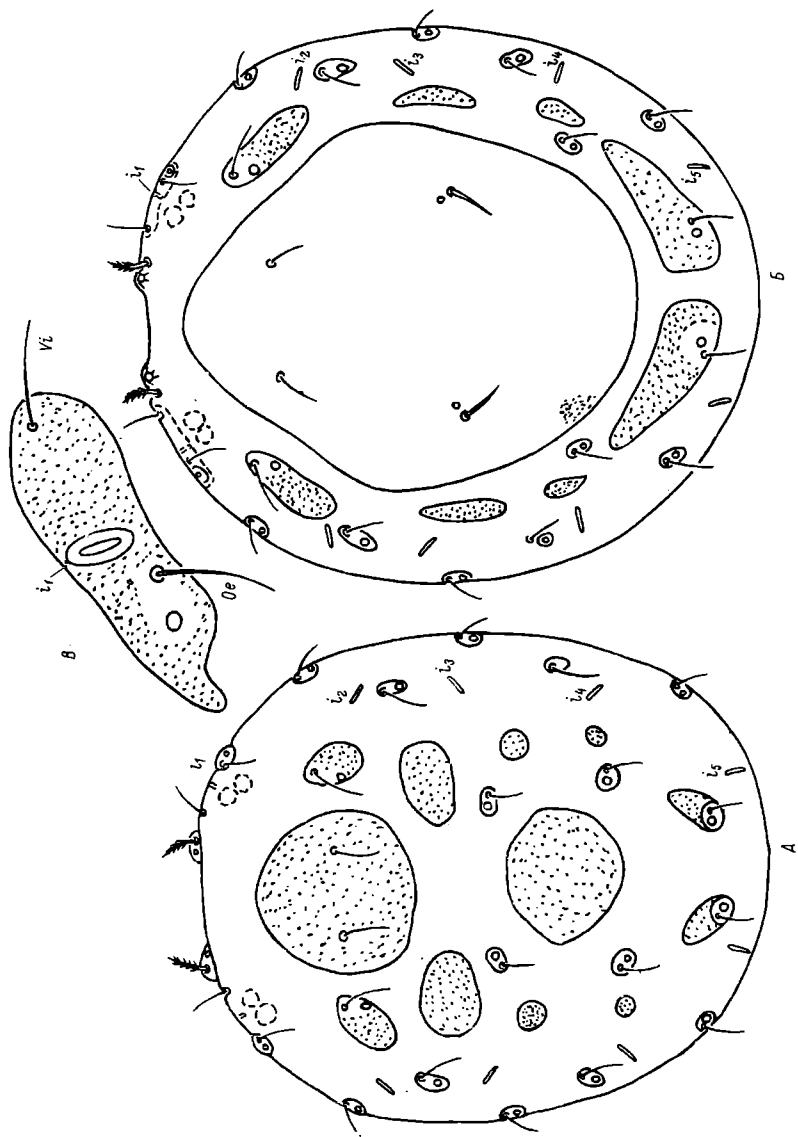
Обозначения дорсальных щетинок приводятся по [1]: Vi - теменные внутренние, Ve - теменные наружные, Oi - затылочные внутренние, Oe - затылочные наружные, Ti - височные внутренние, Hi - плечевые внутренние, Sci - лопаточные внутренние, Sce - лопаточные наружные, Li - поясничные внутренние, Le - поясничные наружные, Si - крестцовые внутренние, Se - крестцовые наружные.

На дорсальной поверхности самца *F. rubra* (рис. 2, А) обнаружено 5 пар лировидных органов (i_1 - i_5). Протеросомальные (i_1) из них сближены или соприкасаются с затылочными наружными щетинками (рис. 2, Б). На гистеросоме спереди от внутренних плечевых щетинок размещаются i_2 , между внутренними и наружными плечевыми щетинками - i_3 , на уровне внутренних поясничных - i_4 , в промежутке между внутренними и наружными крестцовыми - i_5 .

У самки *F. rubra* (рис. 2, В) число и расположение лировидных органов такие же, как у самца. Однако i_1 (рис. 2, Г) с затылочными наружными щетинками находятся на общей кожной пластинке.

Рис. 3. *Feltria minuta* Koenike, 1892.

А, Б - дорсальная поверхность; А - нимфы, Б - самки, В - кожная пластинка с расположенными на ней i_1 , Vi и Oe; i_1 - i_5 - лировидные органы. Обозначения щетинок в тексте.



У нимфы (рис. 3, А) и прозопон (рис. 3, Б) *F. minuta* также по 5 пар лировидных органов. Топография их сходна с таковой предыдущего вида. В нормальном состоянии протеросомальные лировидные органы занимают латеральное положение и не всегда их удается рассмотреть, так как поверхность покровов складчатая. Но на деформированных особях i_1 хорошо заметны. Особенностью расположения i_1 у *F. minuta* (рис. 3, Б) является то, что они сидят вместе с теменными внутренними и затылочными наружными щетинками на общих кожных пластинках.

Таким образом, у видов рода *Feltria*, как и у большинства водяных клещей [3], 5 пар лировидных органов, а не 4, как указывает Бадер [4].

Л и т е р а т у р а

1. В а й н ш т е й н Б.А., Т у з о в с к и й П.В. Туловищный хетом водяных клещей, его онтогенез и эволюция. - В кн.: Биология и продуктивность пресноводных беспозвоночных. Л., 1974, с. 230-269.
2. Л а н г е А.Б. Подтип Хелицеровые (Chelicerata). - В кн.: Жизнь животных. М., 1969, т. 3, с. 10-134.
3. Т у з о в с к и й П.В. Лировидные органы водяных клещей (Hydrachnellae, Acariformes). - Тез. докл. на III Всесоюз. совещ. по теоретич. прикладной акар. (4-6 октября 1976 г.). Ташкент, 1976, с. 227-228.
4. B a d e r C. Wassermilben (Acar, Prostigmata, Hydrachnellae) aus dem Iran. 2 Mitt. - Bull. Fac. Sci. Tehran University, 1976, Bd 7, N. 4, S. 1-31.
5. V i e t s K. Wassermilben aus den Quellen und Bächen der Baumberg. - Arch. Hydrobiol., 1933, Bd 25, N. 4, S. 661-691.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.5(285.3)

С.М. Л я х о в, Е.Я. А н д р о с о в а, А.В. И в а т и н,
А.Ф. Т и м о х и н а, С.И. Т р е т ь я к о в а

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1975 Г.

В гидрометеорологическом отношении 1975 год был маловодным с теплым весенним периодом.

По данным Тольяттинской гидрометобсерватории, суммарный годово-
вой приток воды в Куйбышевское водохранилище составил в 1975 г.
163.7 км³ против среднего за 1957-1975 гг. 240.0 км³. Поэто-

му среднемесячный уровень воды был ниже среднемноголетнего в мае-июне на 60-150 см, в июле-декабре - на 200-230 см. В соответствии с этим и скорость течения воды в период весеннего половодья была значительно ниже обычной. Так, у г. Тетюши 30 апреля она составляла 0.62 м/с вместо 1.51 м/с в 1966 г.

Температура воды в весенние месяцы (апрель, май) поднялась выше среднемноголетней на 4-5°. В дальнейшем она выровнялась и не отклонялась от средних данных в ту или другую сторону более чем на 1°. Вследствие сильного весеннего прогрева водохранилище очистилось ото льда 8-12 апреля - на 14-16 дней раньше обычного.

Гидрохимические, микробиологические и гидробиологические наблюдения проводились по общепринятой методике ежемесячно с мая по октябрь в первой половине каждого месяца на 12-17 постоянных станциях, равномерно распределенных по водохранилищу. Такие систематические наблюдения проводятся с 1958 г.

Х и м и з м в о д ы. Содержание растворенного в воде кислорода колебалось в поверхностном слое от 8.0 до 12.4 мг/л (86-132% насыщения), в придонном - от 6.8 до 9.5 мг/л (72-85% насыщения). Интенсивное „цветение“ водоема уже в мае обусловило пересыщение воды кислородом, которое достигало в Ульяновском плесе и Черемшанском заливе 130-140%.

Из биогенов наибольшими концентрациями отличались аммоний и нитриты, которые изменялись соответственно от 0.02 до 0.5 и от 0 до 0.13 мг/л, что указывает на активно идущие процессы деструкции органического вещества. Среднегодовое содержание кремния (2.4-2.6 мг/л) было примерно в 1.5 раза ниже, чем в более жарких 1961, 1966 и 1972 гг. В 1975 г. минимальная концентрация этого элемента отмечалась уже в конце мая (0.6-0.9 мг/л), и лишь в октябре она увеличилась до обычных показателей (3.0-3.4 мг/л). Можно полагать, что низкое содержание минеральных форм биогенных веществ в 1975 г. явилось результатом интенсивного развития водорослей, о чем свидетельствует также высокое насыщение воды кислородом.

Для этого года характерны значительные колебания величин окисляемости и цветности воды. Так, величина перманганатной окисляемости изменялась от 5.8 до 10.4 мг О/л, бихроматная - от 16.9 до 55.4 мгО/л, цветность воды - от 12 до 88°. Весной и летом высокие показатели перманганатной окисляемости на отдельных станциях (до 11.8 мгО/л) поддерживались притоком вод с большим содержанием органического вещества, а осенью за счет легкорастворимой фракции органического вещества. Высокая бихроматная окисляемость (до 55.4 мг О/л) связана с появлением автотонного органического вещества вследствие интенсивного развития планктона.

Ф и т о п л а н к т о н. Ранний прогрев воды, высокое содержание биогенов и аллохтонной органики в паводковых водах вызвали раннюю и бурную вегетацию водорослей. Уже в мае биомасса

фитопланктона достигла 4.4–24.2 г/м³. Максимальные ее величины отмечались в августе и даже в сентябре (81.0–84.3 г/м³). Среднесезонная биомасса фитопланктона всего водохранилища составила 16.8 г/м³, превысив таковую предшествующих лет в 3–6 раз.

В фитопланктоне доминировали диатомовые водоросли, биомасса которых в верхних плесах (Волжский и Волго-Камский) колебалась от 15.2 до 75.4 г/м³, составляя 44–95% общей биомассы водорослей. К Приплотинному плесу она постепенно снижалась до 2.4–18.2 г/м³.

„Цветение“ воды синезелеными водорослями было также более значительным, чем в предыдущие годы. Уже в июне биомасса их составила 6.6–10.7 г/м³, в августе – 18.5–24.3 г/м³ (Тетюшский и Ундорский плесы), а в сентябре – 38.9–43.3 г/м³ (Черемшанский залив и верховье водохранилища). На отдельных участках в поверхностном слое воды биомасса синезеленых водорослей достигала 170.5 г/м³. Здесь же наблюдался положительный кислородный градиент.

Если в первые годы существования водохранилища синезеленые водоросли встречались преимущественно в планктоне участков затопленной поймы Волги, в средней и приплотинной части водохранилища, то в 1975 г. высокая их биомасса отмечена также в верхних плесах и на открытых русловых участках.

Б а к т е р и о п л а н к т о н. Общая численность бактерий по акватории водохранилища колебалась в пределах 0.97–3.50 млн./мл. В целом за вегетационный период она составляла 1.85 млн./мл, находясь в пределах средних значений прежних лет. В сезонной динамике численности отмечалось 2 пика (в мае 2.04, в августе 2.22 млн./мл) и 2 падения (в июле 1.45, осенью 1.75 млн./мл).

По морфологическому составу в бактериопланктоне преобладали мелкие шарообразные клетки, на долю которых приходилось 86–95%. Остальное составляли палочки и другие редкие формы. При среднем объеме клеток 0.22 мк³ биомасса бактерий в среднем за вегетационный период составила 0.41 г/м³ воды.

Из общей суммы бактериопланктона 0.03% приходилось на сапрофитную микрофлору, что указывает на хорошее качество воды. Однако в отдельных случаях (левый берег около г. Тольятти) величина этого показателя достигала 0.80–1.56%. Сапрофитных бактерий здесь насчитывалось до 20500 кл./мл.

З о о п л а н к т о н. В 1975 г. зоопланктон был менее разнообразен (79 видов против 84–104 в 1967–1971 гг.) в основном за счет уменьшения количества фитофильных видов, что связано с обсыханием зоны прибрежных макрофитов.

Ранний прогрев воды, интенсивное и продолжительное развитие фитопланктона, обилие бактерий и органических веществ способствовали более раннему и интенсивному развитию зоопланктона и обусловили самую высокую его численность по сравнению с предыдущими годами. Среднемесячная численность зоопланктона за вегетационный сезон составила 91.5 тыс.экз./м³ против 54–78 тыс.экз./м³ в 1967–1971 гг.

По численности (68%) и биомассе (41%) явно преобладали коловратки, в то время как в предыдущие годы доминировали клadoцеры. В верхней половине водохранилища отмечено 2 пика их численности: в мае (190 тыс. экз./м³) за счет массового развития *Keratella quadrata*, *Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis* и в июле (53 тыс. экз./м³) за счет *B. calyciflorus* и *Synchaeta* spp. В нижних плесах максимум численности коловраток отмечен в мае.

Численность циклопов была значительно ниже, ее максимальные показатели зарегистрированы в мае за счет развития *Cyclops kolensis*, *C. vicinus*, *Mesocyclops* (Th.) *oithonoides* и в августе, когда доминировали более теплолюбивые виды - *Mesocyclops leuckarti*, *Acanthocyclops vernalis*.

Численность клadoцер в сравнении с циклопами и коловратками была невелика. В июне их средняя биомасса составляла 1 г/м³, а в Ундорском плесе - около 3 г/м³, преобладали *Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Bosmina longispina*.

Самой малочисленной, как обычно, была группа каланид, представленная главным образом *Eudiaptomus gracilis* и *E. graciloides*.

З о о б е н т о с. Биомасса бентоса на основных биотопах водохранилища была выше в 1.5-2 раза, чем в предыдущие годы. На нижнем русле Волги и Камы она составила 26.7 г/м² (средняя геометрическая 21.3±4.2 г/м²) против 12.5-17.5 г/м² в 1967-1972 гг., на пространствах залитой суши - 6.5 г/м² (средняя геометрическая 5.0±0.75 г/м²) против 1.2-4.7 г/м² в те же годы. По-прежнему в зообентосе господствовали тубифициды, на долю которых приходилось 75-80% биомассы бентоса.

Особенное увеличение биомассы отмечено в Волжском и в верхней части Волго-Камского плесов, где аккумулируется аллохтонная органика, поступающая с Волгой и Камой. В 1975 г. в связи с маловодностью пагодка и пониженными скоростями течения аккумуляция могла быть более интенсивной, чем в обычные годы. Средняя за вегетационный период биомасса бентоса в этих районах составила 52.0 г/м² (средняя геометрическая 31.0±6.1 г/м²); подобная величина впервые зарегистрирована в Куйбышевском водохранилище. На долю тубифицид в среднем приходилось 28%, более половины (55%) составляли сферииды (главным образом *Sphaerum solidum*), 10% - амфиподы.

Таким образом, 1975 год в связи с повышенной температурой воды, особенно в первой половине вегетационного периода, по сравнению с предшествующими годами и среднесреднегодными данными был явно аномальным. Он отличался интенсивным продуцированием органического вещества на всех трофических уровнях.

Куйбышевская станция Института биологии
внутренних вод АН СССР

Т.С. Ж и т е н е в а

ПИТАНИЕ ЛЕЩА НА РАЗНЫХ БИОТОПАХ
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. I

Первые исследования питания леща в Рыбинском водохранилище относятся к 1954 г. Была установлена низкая обеспеченность пищей как младших, так и старших возрастных групп рыб [2]. Исследования 1960 г. подтвердили плохие условия откорма леща в Моложском и Шекснинском плесах водохранилища [6]. При изучении бентоса и питания леща в районе о-ва Шумаровский в Волжском плесе в 1975 г. был отмечен рост биомассы донной фауны и улучшение состава пищи рыб [1].

В 1977 г. продолжались работы по оценке обеспеченности пищей леща в Рыбинском водохранилище. Исследования проводились на отдельных биотопах, характерных для грунтового комплекса водоема [7]. Материал собирался на биотопе серого ила русловых участков Волжского плеса от о-ва Коприно до о-ва Шумаровский. Траления проводились с 6 до 23 ч с интервалами в 4 ч. Проанализировано 305 кишечника рыб длиной от 190 до 422 мм в возрасте от 4 до 15 лет по методике, применяемой ранее [2] и усовершенствованной автором [4]. При оценке значения хирономид в питании леща пользовались их восстановленным весом, который для личинок 1V возраста получали из данных ежемесячных бентосных съемок¹, для III - определяли по формуле А.С. Константинова [5]. Обработка материала упрощается, если учет личинок хирономид в пище рыб проводить отдельно по каждой возрастной группе. Вес *Caryophyllaeus* и *Trematoda*, встречающихся в значительном количестве в кишечниках рыб в мае, вычитался из массы пищи.

На биотопе серого ила русловых участков Волжского плеса нагуливается лещ на этапах развития J_2 и К. На этапе J_2 находятся неполовозрелые рыбы длиной от 190 до 260 мм, на этапе К - главным образом половозрелые особи длиной от 261-280 мм до 422 мм [3]. Поведение и питание рыб на отмеченных этапах развития различны. Половозрелые особи ведут менее подвижный образ жизни, чем неполовозрелые, используя для нагула в основном русловые участки плеса. Уловы их в течение лета относительно постоянны и довольно высоки по сравнению с таковыми неполовозрелых рыб. Последние более подвижны, концентрации их отличаются неустойчивостью, рыбы часто покидают русло, мигрируя на обширные участки прирусловой поймы (табл. 1).

¹ В обработке и сведении данных по питанию участвовала Л.Н. Стрижникова. Данные по весу хирономид любезно предоставлены А.И. Шиловой, В.И. Митропольским и А.И. Бакановым.

Т а б л и ц а 1

Уловы леща на русле Волжского плеса в 1977 г.,
экз. за 30 мин траления

Длина рыбы, мм	V	VI	VII	VIII	IX
190-260	49	1	28	1	43
261-422	69	20	18	28	13
Улов в целом	118	21	46	29	56

Перемещения неполовозрелых лещей связаны, по-видимому, не только с поиском пищи [7], но и с другими физиологическими потребностями организма на данном этапе развития. В 1977 г. условия откорма леща на биотопе серого ила русла Волжского плеса были благоприятными, тем не менее миграции наблюдались постоянно.

Состав организмов, входящих в пищу леща на этапах J₂ и K, был однообразен: среди хирономид основная роль принадлежала личинкам *Chironomus plumosus*, роль *Procladius* sp., *Tanytarsus* sp., *Cryptochironomus* sp. невелика, олигохеты были представлены видами, обитающими на серых илах русловых участков водоема – *Isochaetides newaensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Eulodydrilus hammoniensis*, моллюски – видами родов *Pisidium*, *Sphaerium* и единичными экземплярами молодой *Dreissena polymorpha*. В кишечниках постоянно присутствовал детрит с отмершими макрофитами и слизь. Личинки *Chironomus plumosus*, олигохеты, а также детрит и слизь встречались почти во всех кишечниках рыб (табл. 2, 3).

В течение всего периода откорма (с мая по сентябрь) лещ на этапах развития J₂ и K питался своим излюбленным кормом – личинками хирономид, дополнительной пищей служили олигохеты. Исключением для леща на этапе K был июль, когда детрит составлял почти треть содержимого, хотя по массе хирономиды и олигохеты все же преобладали в пище (табл. 2, 3).

Питание половозрелых рыб на этапе K было более равномерным и устойчивым, чем неполовозрелых. Частные индексы по хирономидам были высокими во все месяцы откорма, несколько понижаясь в июне и июле (до 27.5–30.1‰) и возрастая в августе–сентябре (до 45.8–49.0‰). „Провала“ в потреблении личинок в июле, характерного для динамики биомассы *Ch. plumosus* [7], у леща не наблюдалось (табл. 3). Олигохеты были прекрасно видны в кишечниках рыб, что объясняется ростом их потребления в связи с увеличением биомассы червей на серых илах русла Волжского плеса. Частные индексы по олигохетам характеризовались средними величинами – 9.3–24.3‰. Интенсивность их потребления в мае, июле и ав-

Т а б л и ц а 2

Содержимое кишечника леща на этапе развития J_2
на биотопе серого ила русла Волжского плеса

Содержимое кишечников	У		VII		IX	
	индекс, о/ооо	час- тота встре- чаемо- сти, %	индекс, о/ооо	час- тота встре- чаемо- сти, %	индекс, о/ооо	час- тота встре- чаемо- сти, %
<i>Chironomus plumosus</i>	18.8±6.2	56.5	6.3±2.2	35.7	17.9	74.0
Другие хироно- миды	15.1*	65.4	1.1	40.5	3.9	74.0
Олигохеты	7.6±2.2	100.0	7.5±2.9	42.8	10.6	74.0
Моллюски	0.0	19.2	1.5	35.7	15.4	40.7
Зоопланктон	0.0	15.0	0.3	78.0	0.1	77.0
Общий индекс по животным компонентам	41.5		16.7		47.9	
Детрит	19.8	100.0	14.9	81.0	20.5	70.3
Слизь	25.0	100.0	15.5	81.0	18.3	70.3
Количество кишечников	26		42		27	
% пустых	-		9.5		22.2	

П р и м е ч а н и е. * *Cryptochironomus* sp.

густе была почти сходной и более высокой, чем в июне и сентябре (табл. 3). Отметим, что в кишечниках рыбинского леща в 1954 г. встречались только щетинки олигохет, целые особи не были обнаружены.

Детрит присутствовал почти во всех кишечниках рыб, составляя 17.7–30.4% от массы пищи. Общие индексы наполнения кишечника по животным компонентам у леща на этапе К были высокими во все периоды откорма (табл. 3).

Питание леща на этапе J_2 , связанное с его постоянными перемещениями на прирусловую пойму, носило менее устойчивый характер, чем рыб на этапе К. Количество используемых личинок *Ch. plumosus* и олигохет было достоверно ниже у неполовозре-

Т а б л и ц а 3

Содержимое кишечников леща на этапе развития К на биотопе серого ила русла Волжского плеса

Содержимое кишечников	У		У I		У II		У III		У X	
	индекс, о/ооо	частота встрече- мостью, сти, %	индекс, о/ооо	частота встрече- мостью, сти, %	индекс, о/ооо	частота встрече- мостью, сти, %	индекс, о/ооо	частота встрече- мостью, сти, %	индекс, о/ооо	частота встрече- мостью, сти, %
<i>Chironomus plumosus</i>	35.6±5.1	30.6	25.3	81.5	28.01±5.4	93.9	39.1	85.0	47.2	82.4
Другие хироно- миды	1.7	70.3	2.2	87.7	1.9	84.6	6.7	75.0	1.8	82.4
Олигохеты	19.9±3.3	96.8	9.3	96.3	21.9±3.0	93.9	24.5	77.5	12.3	88.2
Моллюски	0.3	3.1	-	-	0.6	12.1	3.2	30.0	2.9	17.6
Зоопланктон	0.0	6.0	0.0	3.0	0.0	12.1	0.0	27.5	0.0	17.0
Общий индекс по животным компонентам	57.5	57.5	36.8	36.8	52.4	52.4	73.5	73.5	64.2	64.2
Детрит	20.5	96.8	32.5	96.3	16.0	96.9	18.7	77.5	20.0	88.2
Слизь	22.5	98.4	34.1	96.3	17.2	96.9	13.7	77.5	18.1	88.2
Количество кишечников	64	64	27	27	33	33	40	40	17	17
% пустых	1.6	1.6	11.1	11.1	12.1	12.1	6.3	6.3	11.7	11.7

рых рыб, чем у половозрелых (табл. 2). Это объясняется меньшей доступностью инфауны для леща на этапе развития J_2 , чем на последующем — К [3]. В сентябре существенную роль в питании неполовозрелых рыб стали играть моллюски. Детрит и слизь присутствовали в кишечниках в значительном количестве. Накормленность рыб была высокой (табл. 2). Следовательно, на биотопе серого ила русловых участков Волжского плеса в 1977 г. для леща сложились благоприятные условия откорма: в основные месяцы роста главную пищу составляли хирономиды, тогда как в 1954 г. в содержимом кишечников преобладал детрит. Резко возросла в питании роль олигохет. Повысилась степень накармливаемости леща и сократилось (на 63%) количество пустых кишечников. Питание леща в Волжском плесе было сходно с характером его откорма в водоемах с высоким уровнем трофии.

Л и т е р а т у р а

1. Б а к а н о в А.И., С т р и ж н и к о в а Л.Н. О связи между изменениями кормовой базы и питанием леща *Abramis brama orientalis* Berg в Волжском плесе Рыбинского водохранилища. — *Вопр. ихтиол.*, 1979, т. 19, вып. 1(114), с. 134–141.
2. Ж и т е н е в а Т.С. О питании леща в Рыбинском водохранилище. — *Тр. биол. ст. „Борок“*, 1958, вып. 3, с. 259–272.
3. Ж и т е н е в а Т.С. Некоторые особенности поздних этапов развития леща *Abramis brama* (L.) Рыбинского водохранилища. — *Вопр. ихтиол.*, 1962, т. 2, вып. 2(23), с. 316–324.
4. Ж и т е н е в а Т.С. К методике количественного учета олигохет в пище леща верхневолжских водохранилищ. — В кн.: *Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. Л.*, 1971, № 6, с. 49–51.
5. К о н с т а н т и н о в А.С. О количественном учете хирономид в пище рыб. 2. Методика определения реконструированного веса. — *Тр. Саратов. отд.-я ВНИРО*, 1954, т. 3, с. 356–358.
6. К л ю ч а р е в а О.А. Питание бентосоядных рыб Рыбинского водохранилища. — *Тр. Дарвинск. зап.*, 1960, вып. 6, с. 159–251.
7. Р ы б и н с к о е в о д о х р а н и л и щ е и е г о ж и з н ь . Л., 1972. 364 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.Н. К и я ш к о

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ЕРША
В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

В процессе становления водохранилища наблюдались значительные перестройки его **грунтового** комплекса. К семидесятым годам песчанистые малопродуктивные грунты стали занимать 75% площади вместо 20% на первых этапах формирования водоема [5]. Кроме того, в настоящее время практически исчезли из водоема „мертвые“ леса, на которых в первые годы залития развивалась богатая эпифауна [4].

Перестройка грунтов водоема и самоочищение ложа от мертвых лесов повлекли за собой изменения кормовой базы, а это в свою очередь не могло не отразиться на росте рыб-бентофагов.

Настоящая работа посвящена изучению темпа роста одного из бентофагов - ерша на III этапе формирования водохранилища.

Материал собран в 1971-1973 гг. Лов производился сетями с ячеей 12, 14, 18 мм, разноглубинным тралом с шагом ячеи 6 мм, двухкрылым вентером с ячеей 8 мм. В работе также использованы материалы из архивов лаборатории ихтиологии Института биологии внутренних вод АН СССР (сборы 1958-1959 гг.). Всего проанализировано 1024 особей. При изучении роста использованы **наблюдаемые** длины рыб. **Определялись абсолютные и относительные приросты** длины, **средняя удельная скорость** роста и **разность приростов**.

Наши исследования показали, что на первом году жизни ерш, как и молодь большинства рыб Рыбинского водохранилища, растет хорошо. Длина сеголетков осенью колеблется от 40 до 60 мм (в среднем 47.3). В течение лета они растут неравномерно. Наиболее **интенсивный** рост наблюдается в июле. За этот месяц абсолютный прирост достигает наибольшей величины и составляет 67,4 % от общего прироста первого года. В августе линейные приросты сеголетков уменьшаются, осенью их рост в длину прекращается.

К концу второго года рыбы прирастают на 17-28 мм, а в последующие годы растут еще медленнее: абсолютные приросты длины за год составляют в среднем всего 7-13 мм.

Популяция представлена особями в возрасте от 0+ до 8+ лет. Преобладают в уловах двух-четыrehлетки.

Длина рыб одного возрастного класса варьирует от 5 до 10%, вес - от 13 до 38%, т.е. у ерша в пределах **одной** возрастной группы наблюдается большее разнообразие по весу, чем по длине.

Неполовозрелые особи (самцы и самки) растут одинаково. Среди особей, нерестующихся впервые (возраст 2+), абсолютные приросты **самок** несколько выше, чем **самцов**, но различия статистически **недостовeрны**. Трехлетние самки заметно опережают в росте **самцов** (см. таблицу). Их средняя длина достоверно отличается ($p = 0.01$).

Темп линейного роста ерша Рыбинского водохранилища (среднее за 1970-1972 гг.)

Показатели	Возраст, годы					
	0+	1+	2+	3+	4+	5+
С а м к и						
Длина, мм; $M \pm \Delta$	3.5 \pm 0.2	47.4 \pm 0.6	70.0 \pm 2.1	83.5 \pm 1.8	94.1 \pm 1.7	102.1 \pm 2.2
Абсолютные приросты, мм; $M \pm \Delta$	43.9 \pm 0.7	22.6 \pm 2.2	13.5 \pm 2.8	10.6 \pm 2.5	8.0 \pm 2.8	7.5 \pm 4.0
Разность прироста		-21.2	-9.2	-2.9	-2.6	-0.5
Относительные приросты по формуле К. Минота; $M \pm \Delta$	12.5 \pm 0.79	0.58 \pm 0.05	0.19 \pm 0.04	0.13 \pm 0.03	0.85 \pm 0.03	0.73 \pm 0.02
Удельная скорость роста (Сх100); $M \pm \Delta$	261.0 \pm 5.9	39.0 \pm 3.3	17.0 \pm 3.0	12.0 \pm 2.8	8.0 \pm 2.8	7.0 \pm 3.9
Количество исследованных рыб	25	204	31	69	85	53
С а м ц ы						
Длина, мм; $M \pm \Delta$	3.5 \pm 0.2	47.2 \pm 0.7	68.2 \pm 1.4	78.3 \pm 2.0	87.2 \pm 2.3	96.7 \pm 6.2
Абсолютные приросты, мм; $M \pm \Delta$	43.7 \pm 0.7	21.0 \pm 1.56	10.1 \pm 2.4	8.9 \pm 3.0	9.5 \pm 6.6	-
Разность прироста		-22.7	-10.9	-1.2	+0.6	-
Относительные приросты по формуле К. Минота; $M \pm \Delta$	12.5 \pm 0.8	0.44 \pm 0.04	0.15 \pm 0.04	0.11 \pm 0.04	0.10 \pm 0.08	-
Удельная скорость роста (Сх100); $M \pm \Delta$	260.0 \pm 5.9	37.0 \pm 2.5	14.0 \pm 3.2	15.0 \pm 3.6	10.0 \pm 6.9	-
Количество исследованных рыб	25	172	49	28	7	-

Показатели темпа роста ерша свидетельствуют о периодичности этого процесса. Так, относительные приросты и средняя удельная скорость роста, наибольшие в течение первого года, на втором году резко снижаются. Максимальное отрицательное значение разности приростов также приходится на второй год жизни (см. таблицу). В этом же возрасте ерш становится половозрелым. Следовательно, замедление роста связано с созревaniem половых продуктов. Снижение темпа роста при созревании описано для многих других видов рыб. Однако, по мнению В.В. Васнецова [1], такая периодичность отсутствует у окуневых. Наши материалы показывают, что это заключение справедливо не для всех представителей семейства.

Сравнение полученных данных с литературными дает возможность охарактеризовать изменение роста ерша за весь период существования водохранилища.

В первые годы заполнения водоема годовые приросты ерша, как и у других видов рыб, были на 2–4 см выше, чем в Волге до зарегулирования ее стока [2]. В последующие периоды наблюдалось постепенное снижение темпа его роста. Уже через 10 лет (1958–1959 гг.) годовые приросты рыб старших возрастов снизились на 1,7–3,2 см, а к семидесятым годам рыбы в возрасте 3 лет и старше стали расти еще медленнее. Разница размеров одновозрастных рыб, выловленных в 1941 и 1971 гг., достигла 1,7–5,0 см. В то же время темп роста молодых рыб заметно увеличился. Средние размеры годовалых и впервые созревающих особей в эти 2 периода отличались более чем на 1 см, т.е. можно предположить, что произошло ухудшение питания только для взрослых рыб. Пищей взрослому ершу служат в основном донные организмы. Однако на биотопах с водной растительностью и затопленными кустарниками значительная доля пищевого комка (до 60%) в нерестовый период представлена эфифауной [3, 6]. Таким образом, можно предположить, что снижение темпа роста ерша в последующие годы связано с качественными изменениями биотопов, сопровождающимися исчезновением наиболее кормных нагульных площадей для него – затопленной древесной растительности.

Л и т е р а т у р а

1. Васнецов В.В. Опыт сравнительного анализа роста карповых рыб. – Зоол. ж., 1934, т. 13, вып. 3, с. 540–583.
2. Васнецов В.В. Влияние первого года заливания на рыбное население Рыбинского водохранилища. – Тр. биол. ст. „Борок“ АН СССР, 1950, вып. 1, с. 203–236.
3. Кияшко В.И. Характеристика питания ерша на III этапе формирования Рыбинского водохранилища. – В кн.: Биологические продукционные процессы в бассейне Волги. Л., 1976, с. 148–154.
4. Курдин В.П. Особенности формирования и распределения донных отложений мелководий Рыбинского водохранилища. – В кн.:

Гидробиологический режим прибрежных мелководий верхневолжских водохранилищ. Ярославль, 1976, с. 23-42.

5. Курдин В.П., Зимина Н.А. Об изменениях в грунтовой комплекс Рыбинского водохранилища. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1968, № 2, с. 38-41.
6. Поддубный А.Г. О значении затопленных лесов для рыбного населения водохранилища. - В кн.: Биологические аспекты изучения водохранилищ. М.-Л., 1963, с. 184-194.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.442+111

А.В. Попов

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ ДВУХ ПОПУЛЯЦИЙ СЕВЕРОКАСПИЙСКОЙ СЕВРЮГИ

Научная организация управляемого осетрового хозяйства на том или ином водоеме немыслима без глубокого понимания внутривидовой популяционной структуры различных видов осетровых, обитающих в данном водоеме [2, 3]. Нарастающий интерес исследователей к полиморфным системам белков крови рыб [1, 6] определяется многими причинами и в первую очередь возможностями их использования для решения ряда сложнейших ихтиологических задач. Мы имеем в виду при этом анализ популяционной структуры некоторых экономически ценных видов рыб [5, 7].

Среди разнообразных сывороточных белков крови рыб чаще других исследовался полиморфизм трансферрина и гаптоглобина. Полиморфизм другой физиологически важной группы белков - альбуминов, почти не изучен, и к настоящему времени имеются единичные работы по этому вопросу.

Принимая во внимание актуальность рассматриваемого вопроса для биохимической и популяционной генетики рыб, мы считали необходимым провести сравнительное изучение полиморфизма сывороточных белков у 2 популяций севрюги (*Acipenser stellatus*) - „уральской“ и „волжской“.

Электрофоретическому анализу подвергнуты сывороточные белки более 1000 особей каспийской севрюги, отловленной в устье Урала (524 особи) с 22 апреля по 15 мая и в дельте Волги (480 особей) с 22 мая по 17 июня 1976 г. Абсолютное большинство исследованных рыб имело 1У стадию зрелости половых продуктов.

Анализ структуры сывороточных белков проводили методом диск-электрофореза в полиакриламидном геле, разработанным в нашей лаборатории применительно к белкам рыб [4]. Расшифровка велась

на регистрирующем микроденситометре УТ-73-12. Количественное содержание белка в отдельных компонентах определяли гравиметрическим методом. Данные обрабатывались статистически на ЭКЦВМ „Искра-122“.

Установлена относительно высокая гетерогенность сывороточных белков каспийской севрюги, несколько уступающая, однако, гетерогенности белков других видов осетровых. Общее число компонентов как у волжской, так и у уральской севрюги варьирует от 11 до 16, но у большинства исследованных рыб оно колеблется от 12 до 14. Фракционный состав сывороточных белков севрюги имеет общий с другими видами план строения и представлен альбуминами, альфа₁-бета-, альфа₂- и гамма-глобулинами.

Альбумины севрюги либо гомогенны, т.е. представлены одним компонентом (А -тип), либо гетерогенны и состоят из 2 компонентов (АВ -тип). Относительное содержание альбуминов у волжской севрюги ($32.1 \pm 0.6\%$) несколько ниже в сравнении с уральской ($36.4 \pm 0.6\%$), но эти различия незначительны и обусловлены более высоким содержанием белка во втором компоненте альбуминов уральской севрюги ($7.8 \pm 0.6\%$) в сравнении с волжской ($3.6 \pm 0.3\%$). Значительно более существенны различия между уральской и волжской популяциями по частоте встречаемости одно- и двухкомпонентного альбуминов. Так, если среди уральской севрюги частота встречаемости двухкомпонентного альбумина составляет 78% (против 48% ожидаемых), то у волжской почти в 1,7 реже - 47% (против 35%). Иными словами, если популяция волжской севрюги находится в состоянии, близком к равновесию, то популяционное равновесие уральской сдвинуто в пользу гетерозигот по локусу сывороточного альбумина.

Среди 524 севрюг из р. Урал и 480, отловленных в Волге, нам не удалось обнаружить рыб с одним „медленным“ альбумином (В-тип), хотя теоретически они должны существовать, ожидаемая частота встречаемости их у уральской популяции достигает 15%. Напомним, что в 1975 г. при изучении гетерогенности и полиморфизма альбуминов у волжской стерляди мы также встречались с фактом отсутствия особей с „медленным“ альбумином (В-тип, обследовано 400 особей). Можно предположить, что особи, имеющие альбумин В-типа, обладают пониженной жизнеспособностью и элиминируются отбором.

Наиболее подвижная фракция глобулинов - альфа₁-глобулины - представлена у рыб обеих популяций 2-4-минорными компонентами. Суммарное содержание белка этих компонентов также одинаково и составляет $9 \pm 0.3\%$ у волжской севрюги и $9.1 \pm 0.7\%$ у уральской.

В зоне подвижности бета-глобулинов обычно находятся трансферрины - высоко специализированные белки, полиморфизм которых привлекал внимание биохимических генетиков. Ранее нами было установлено, что между южнокаспийской и северокаспийской севрюгой существуют четко выраженные различия по системе трансферринов.

Частота встречаемости различных фенотипов альбумина и трансферрина у севрюги уральской и волжской популяций

Популяция	Распределение	Фенотипы альбумина и их частоты, %		
		A	AB	B
Уральская	Наблюдаемое	22	78	0
	Ожидаемое	37	48	15
Волжская	Наблюдаемое	53	47	0
	Ожидаемое	59	35	6
Уральская	Наблюдаемое	94	6	0
	Ожидаемое	94	5.8	0.2
Волжская	Наблюдаемое	91	9	0
	Ожидаемое	90	9.5	0.5

Южнокаспийская популяция севрюги имеет двухкомпонентный трансферрин (100%-я частота встречаемости), а северокаспийская, как правило, — однокомпонентный (92%), и только у 8% исследованных рыб обнаружен двухкомпонентный трансферрин. Поэтому мы обратили особое внимание при расшифровке протеинограмм уральской и волжской севрюги на систему трансферрина. Анализ показал (см. таблицу), что как у волжской, так и у уральской популяций доминируют особи с однокомпонентным трансферрином (А-тип 91 и 94%).

Теоретически ожидаемая частота встречаемости трансферрина АВ-типа практически одинакова с наблюдаемой. Хотя наблюдаемая частота встречаемости двухкомпонентного трансферрина у рыб уральской популяции несколько выше, чем у волжской, проверка достоверности обнаруженных различий по χ^2 критерию показала, что расхождения между ними носят случайный характер. К этому остается добавить, что и по относительному содержанию белка, представленного трансферринами, волжская ($6.9 \pm 0.3\%$) и уральская ($9.0 \pm 0.7\%$) популяции севрюги сходны.

Зона альфа₂-глобулинов, как и у всех других видов осетровых, наиболее гетерогенна и представлена 6–9 компонентами у рыб обеих популяций. Суммарное относительное содержание белка, приходящееся на компоненты этой зоны, у волжской севрюги составляет $43.8 \pm 1.2\%$, у уральской — $41.1 \pm 1\%$. Половина этого белка приходится на один из компонентов — альфа₂-макроглобулин: $19 \pm 0.4\%$ у волжской севрюги и $17 \pm 0.4\%$ у уральской. Хотя различия относительно и невелики, но статистически достоверны ($t=3.5$).

Достоверное различие между уральской и волжской севрюгой выявлено и при сопоставлении относительного содержания гамма-глобулина, которое у волжской севрюги ($7.4 \pm 0.2\%$) значительно выше в сравнении с уральской ($4.2 \pm 0.2\%$).

Таким образом, проведенное сравнительное изучение фракционного состава сывороточных белков волжской и уральской севрюги позволило вскрыть его высокую гетерогенность, несколько уступающую, однако, гетерогенности эволюционно более молодых видов осетровых (русский осетр, шип, белуга). Наряду с несомненными чертами сходства фракционного состава сывороточных белков у севрюги обеих популяций между ними имеются существенные различия по частоте встречаемости гетерозигот и гомозигот, по альбуминовому локусу, а также по относительному содержанию альфа₂-макроглобулина и гамма-глобулина.

Л и т е р а т у р а

1. Балахнин И.А., Галаган Н.П., Лукьяненко В.И., Попов А.В. О генетическом полиморфизме некоторых компонентов крови у рыб (на примере осетровых и карповых). - ДАН СССР, 1972, т. 204, № 5, с. 1250-1251.
2. Лукьяненко В.И. Внутривидовая дифференциация осетровых и ее значение для рационального ведения осетрового хозяйства. - Тез. отчетной сессии ЦНИОРХ, Астрахань, 1973, с. 53-57.
3. Лукьяненко В.И. Теоретические основы построения рационального осетрового хозяйства в свете физиолого-биохимических исследований. - Тез. отчетной сессии ЦНИОРХ, Астрахань, 1974, с. 83-87.
4. Лукьяненко В.И., Ермолин Г.А., Седов С.И., Попов А.В. Белковый спектр сыворотки крови осетровых по данным дискэлектрофореза в полиакриламидном геле. - ДАН СССР, 1976, т. 174, № 1, с. 227-229.
5. Лукьяненко В.И., Попов А.В., Мишин Э.А. Гетерогенность и полиморфизм сывороточных альбуминов у рыб. - ДАН СССР, 1971, т. 201, № 3, с. 737-740.
6. Koehn R.K. Serum haptoglobins in some American Catostomid fishes. - Comp. Biochem. Physiol., 1966, vol. 17, p. 349-352.
7. Koehn R.K., Rasmussen D.J. Polymorphic and monomorphic serum esterase heterogeneity in catostomid fish populations. - Biochem. Genet., vol. 1, 1967, p. 131-144.

Центральный научно-исследовательский
институт осетрового хозяйства (ЦНИОРХ)

М.М. Сметанин

О СОПОСТАВЛЕНИИ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ РОСТА РЫБ

Как известно, средняя скорость прямолинейного движения между точками l_i и l_{i+1} ($i = 0 \div n-1$) за время $(t_{i+1} - t_i)$ определяется по формуле $V = \frac{l_{i+1} - l_i}{t_{i+1} - t_i}$. Аналогично находится и средний абсолютный прирост рыбы в единицу времени, только в этом случае l_i и l_{i+1} обозначают какой-либо параметр роста, например длину тела в моменты времени t_i и t_{i+1} . Отдельные виды рыб могут очень сильно отличаться по своим размерам. Сравнение интенсивности роста по абсолютным скоростям часто затруднительно, так как в этом случае увеличиваются разновеликие растущие длины. Поэтому различными исследователями было предложено несколько показателей относительной скорости роста. В табл. 1 приведены формулы, получившие в ихтиологии наибольшее распространение. Цель настоящего сообщения — сопоставление этих показателей.

Видно, что C_4 и C_5 представляют собой величины, пропорциональные абсолютной скорости роста с коэффициентами пропорциональности соответственно $\frac{1}{l_n}$ и $\frac{1}{l_0}$. Здесь l_n — длина рыбы предельного возраста [1], l_0 — длина рыбы на первом году жизни [2],

Т а б л и ц а 1

Показатели относительной скорости роста рыб

Показатель скорости роста	Формула вычисления показателя
Относительная скорость роста в форме Ч. Майнота [11]	$C_1 = \frac{l_{i+1} - l_i}{l_i(t_{i+1} - t_i)}$
Относительная скорость роста в форме С. Броди [10]	$C_2 = \frac{2(l_{i+1} - l_i)}{(t_{i+1} - t_i)(l_{i+1} + l_i)}$
Удельная скорость роста по: [9]	$C_3 = \frac{\ln l_{i+1} - \ln l_i}{t_{i+1} - t_i}$
Относительная скорость роста в форме Л.С. Бердичевского [1]	$C_4 = \frac{l_{i+1} - l_i}{\ln(t_{i+1} - t_i)}$
Относительная скорость роста в форме В.Л. Брюзгина [2]	$C_5 = \frac{l_{i+1} - l_i}{l_0(t_{i+1} - t_i)}$

от которой начинается онтогенетический рост. Оба эти показателя линейно связаны с V и представляют собой масштабно измененную абсолютную скорость роста.

Удельная скорость роста подвергалась критике [2, 5, 6 и др.] на том основании, что она якобы применима только для экспоненциального роста, который на практике выполняется очень редко. Как указывают М.В. Мина и А.Г. Клевезаль [7], средняя удельная скорость роста, определенная как $\frac{1}{t_{i+1}-t_i} \int_{t_i}^{t_{i+1}} \left(\frac{1}{l} \frac{dl}{dt} \right) dt$, и для линейного роста равна $\frac{\ln l_{i+1} - \ln l_i}{t_{i+1} - t_i}$.

Ранее в работе Г.Г. Винберга [4] показано, что формула остается той же самой при любом типе роста. Это очень отчетливо видно, если в подинтегральном выражении выделить дифференциал, что позволяет произвести интегрирование, не накладывая ограничения на характер роста в интервале t_i, t_{i+1} :

$$\frac{1}{t_{i+1}-t_i} \int_{t_i}^{t_{i+1}} \left(\frac{1}{l} \frac{dl}{dt} \right) dt = \frac{1}{t_{i+1}-t_i} \int_{l_i}^{l_{i+1}} d(\ln l) = \frac{\ln l_{i+1} - \ln l_i}{t_{i+1} - t_i}.$$

Хотя C_3 является наилучшей оценкой относительной скорости роста, в ихтиологии часто используются C_1 и C_2 ввиду того, что их якобы проще вычислять, а отличие от C_3 несущественно. Представляет интерес сопоставить относительную скорость роста в форме Ч. Майнота [1], С. Броди [10] и удельную скорость роста, которые в общем случае — функции 4 переменных. Без существенного ограничения общности ($t_{i+1} - t_i$) можно приравнять константе, для простоты, например, единице, а в качестве аргумента взять отношение $\frac{l_{i+1}}{l_i}$. Тогда формулы приобретают вид:

$$C_1 = \left(\frac{l_{i+1}}{l_i} - 1 \right), \quad C_2 = \frac{2 \left(\frac{l_{i+1}}{l_i} - 1 \right)}{\left(\frac{l_{i+1}}{l_i} + 1 \right)}, \quad C_3 = \ln \frac{l_{i+1}}{l_i},$$

что дает возможность сопоставить их в плоскости.

Указанные функции совпадают в точке $\frac{l_{i+1}}{l_i} = 1$, относительно близки в ее окрестности, но с увеличением аргумента разность между ними возрастает. Это означает, что при значениях $\frac{l_{i+1}}{l_i}$, близких к 1, для определения относительной скорости роста без существенной ошибки можно использовать C_1 и C_2 . Для больших значений $\frac{l_{i+1}}{l_i}$, помимо случайной (статистической) ошибки, формулы для оценки которой были указаны нами ранее [8], у C_1 и C_2 присутствует и значительная систематическая погрешность. Относительные значения ее, вычисленные по формулам

Т а б л и ц а 2

Систематические погрешности показателей
относительной скорости роста рыб, %

Показатель скорости роста	$\frac{l_{i+1}}{l_i}$					
	1	2	3	4	5	6
Относительная скорость роста в форме Ч. Майнота [11]	0	44.3	82.0	116.4	148.5	179.0
Относительная скорость роста в форме С. Броди [10]	0	3.8	9.0	13.4	17.2	20.0

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Показатель скорости роста	$\frac{l_{i+1}}{l_i}$			
	7	8	9	10
Относительная скорость роста в форме Ч. Майнота [11]	208.3	236.6	264.1	290.9
Относительная скорость роста в форме С. Броди [10]	22.9	25.2	27.2	30.0

$$\frac{C_1 - C_3}{C_3} \cdot 100\% , \quad \frac{C_2 - C_3}{C_3} \cdot 100\% ,$$

приведены в табл. 2.

Как известно, для рыб наибольшая величина отношения $\frac{l_{i+1}}{l_i}$ при одинаковых интервалах дискретности наблюдается в первое время после выклева. При этом даже за 20–30 суток длина рыбы может увеличиться в несколько раз. Так, по данным В.В. Васнецова и др. [3], для леща нерестово-вырастного хозяйства в Бирючке средняя длина тела на этапе развития А составляла 4.8 мм, а через месяц на этапе развития Г – 25 мм. При вычислении относительной скорости роста между этими этапами систематическая

погрешность C_1 более 148%, а C_2 - более 17% (табл. 2). Еще большие систематические ошибки получаются при увеличении отношения $\frac{l_{i+1}}{l_i}$. Так, при выращивании годовиков карпа в пруду экспериментальной базы „Сунога“ в течение 130 суток (с мая до середины сентября 1977 г.) их средний вес увеличился от 11.1 до 338.4 г. Вычисления показывают, что $C_1=0.23$, $C_2=0.01$, $C_3=0.03$ (1/сутки), систематическая ошибка C_2 более 66%, а C_1 - более 666%.

Л и т е р а т у р а

1. Бердичевский Л.С. Биологические основы рационального использования рыбных запасов. М., 1964. 34 с.
2. Брюзгин В.Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам. Киев, 1969. 186 с.
3. Васнецов В.В., Еремеева Е.Ф., Ланге Н.О., Дмитриева Е.Н., Брагинская Р.Я. Этапы развития промысловых полупроходных рыб Волги и Дона: леща, сазана, воблы, тарани и судака. - Тр. Ин-та морфол. животных им. А.Н. Северцова, 1957, вып. 16, с. 7-76.
4. Винберг Г.Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных. - Усп. соврем. биол., 1966, т. 61, № 2, с. 274-293.
5. Дячук И.Е. О показателях темпа роста рыб. - Гидробиол. ж., 1974, т. 10, № 2, с. 105-110.
6. Живков М. Критический анализ некоторых относительных показателей интенсивности роста рыб. - Изв. на зоол. ин-та с музей, 1972, кн. 36, с. 81-101.
7. Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. М., 1976. 291 с.
8. Сметанин М.М. О статистической оценке точности показателей темпа роста рыб. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1978, № 41, с. 68-72.
9. Шмальгаузен И.И. Определение основных понятий и методика исследования роста. - В кн.: Рост животных. М., 1935, с. 8-60.
10. Brody S. Bioenergetics and growth. With special reference to the efficiency complex in domestic animals. N.Y., 1945. 1023 p.
11. Minot C.S. The problem of age, growth and death. L., 1908. 280 p.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.И. Козловская, Н.С. Новичкова

ВЛИЯНИЕ ХЛОРОФОСА И ПОЛИХЛОРПИНА
НА ЭСТЕРАЗЫ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ
СЫВОРОТКИ КРОВИ КАРПА

Эстеразы карбонных кислот относятся к числу важнейших ферментных систем организма [7]. Согласно Международной классификации и номенклатуре ферментов выделяют несколько групп эстераз, в том числе холинэстеразы, неспецифические эстеразы (карбоксилэстеразы, арилэстеразы).

Токсические свойства фосфорорганических соединений в значительной степени обусловлены их способностью угнетать ацетилхолинэстеразу нервной системы, но зависят также и от содержания в организме карбоксилэстераз, к ним чувствительных, и арилэстераз, обладающих способностью их гидролизовать [6].

Сведения о действии полихлорпинена на эстеразы карбонных кислот отсутствуют.

Цель настоящей работы – изучение активности эстераз сыворотки крови карпа при интоксикации полихлорпиненом и хлорофосом в целях возможного использования этого показателя при диагностике отравлений рыб.

Действие хлорофоса и полихлорпинена на карпов изучали в условиях острого опыта и при внесении в аквариум в течение 6 дней 1/10 LC₁₀₀ при экспозиции 48 ч. Концентрация полихлорпинена в остром опыте составляла 1 мг/л действующего вещества, хлорофоса – 500 мг/л. Опыты проводились в 150-литровых аквариумах с постоянной подачей воздуха при температуре 20–22° и pH воды 7.5.

По мере проявления симптомов отравления у рыб анализировались ферменты сыворотки крови методом диск-электрофореза в полиакриламидном геле [3]. Использовали прибор фирмы „Реанал“, систему 7%-го геля. Эстеразы карбонных кислот, обладающие сродством к α -нафтилацетату, выявляли по методу Гомори в модификации А.Н. Пахомова с соавторами [5], холинэстеразу – по методу Карновского и Рутса [8]. Электрофореграммы денситометрировали, используя микрофотометр МКФ-4. Каждая фореграмма подвергалась денситометрии дважды, из 2 значений находилось среднее арифметическое. Относительную электрофоретическую подвижность ферментов (ОЭП) высчитывали по формуле:

$$\text{ОЭП} = \frac{\text{расстояние от старта до середины зоны белка}}{\text{расстояние от старта до отметки красителя}}.$$

В сыворотке крови интактного карпа выявляется одна зона с холинэстеразной активностью, ОЭП~0.07 (см. рисунок).

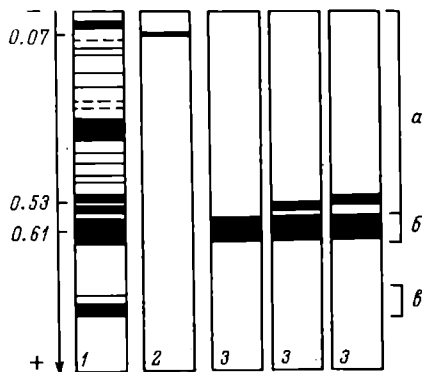


Схема электрофореграмм белков (1), холинэстеразы (2) и неспецифических эстераз (3) сыворотки крови карпа.

а - глобулины, б - альбумины, в - преальбумины. По вертикали - относительная электрофоретическая подвижность.

Неспецифические эстеразы, гидролизующие α -нафтилацетат, локализуются в зоне альбуминов. У большинства особей присутствует 2 фракции. Одна из них, наиболее интенсивная, характеризуется постоянной электрофоретической подвижностью, другая располагается или рядом с первой, или на некотором расстоянии. В окраске первой фракции преобладает темно-фиолетовый оттенок, в окраске второй - вишневый (см. рисунок).

В остром опыте уже при появлении первых признаков отравления - повышение общей возбудимости на звуковые и тактильные раздражители - хлорофос угнетал активность холинэстеразы на 38.8%, неспецифических эстераз - на 36.7%. Во вторые сутки опыта, когда у рыб отмечалось нарушение координации движений, уровень холинэстеразной активности снизился до 47.6%, а неспецифических эстераз - до 35.3% (см. таблицу).

При внесении в аквариум хлорофоса в течение 6 дней по 50 мг/л также наблюдалось угнетение активности ферментов. На 7-е сутки опыта активность холинэстеразы составила 37.9%, неспецифических эстераз - 32.1%. В этом эксперименте суммарная доза хлорофоса равна 300 мг/л. Однако наблюдался такой же токсический эффект, как и при разовом внесении 500 мг/л. Этот результат нельзя объяснить накоплением токсических метаболитов. Известно, что в щелочной среде хлорофос за несколько часов переходит в ДДВФ, последний в течение суток гидролизруется до нетоксичных продуктов [1, 2]. Большая токсичность хлорофоса при дробном внесении, по-видимому, объясняется его способностью необратимо ингибировать ферменты-мишени [4].

При действии на рыб полихлорпинена снижение уровня сывороточной холинэстеразы не наблюдалось, напротив, отмечено некоторое

Влияние хлорофоса и полихлорпинена на эстеразы сыворотки крови карпа

Острый опыт				При внесении в аквариум 1/10 дозы острого опыта в течение 6 дней			
Вариант	количество анализируемых рыб	активность, %		Вариант	количество анализируемых рыб	активность, %	
		холин-эстеразы	неспецифических эстераз			холинэстеразы	неспецифических эстераз
Хлорофос 3 ч опыта	20	61.2	63.3	Хлорофос 7-е сутки опыта	18	37.9	32.1
Хлорофос 24 ч опыта	16	47.6	35.3	Полихлорпинен 7-е сутки опыта	19	114.5	115.0
Полихлорпинен 3 ч опыта	20	140.9	117.0	Контроль	20	100.0	100.0
Полихлорпинен 24 ч опыта	18	120.0	120.0				
Контроль	20	100.0	100.0				

повышение. В остром опыте активность холинэстеразы в первые сутки составила 140.9%, во вторые – 120% (см. таблицу). Внесение в аквариум в течение 6 дней 0.1 мг/л полихлорпинена также сопровождалось увеличением холинэстеразной активности. На 7-е сутки опыта гидролизующая способность фермента была выше контрольного уровня на 14.5%.

Под влиянием полихлорпинена наблюдалось увеличение содержания и специфичных к α -нафтилацетату эстераз: в первые сутки острого опыта на 17%, во вторые – на 20%, а при дробном внесении полихлорпинена – на 15%.

Сведения о способности полихлорпинена влиять на активность эстераз отсутствуют. Однако сообщается о других препаратах из групп хлорорганических соединений. Используемые в экспериментах хлорорганические углеводороды (алдрин, хлордан, дельдрин, ДДТ, гептахлор, линдан) изменяли активность эстераз сыворотки крови крысы. Максимум повышения активности ферментов после однократного перорального введения указанных препаратов наблюдался на 5-е сутки и составил 110–130% к контролю в зависимости от препарата. Кроме того, установлено, что предварительное введение хлорорганических соединений снижало воздействие фосфорорганических соединений. Алдрин увеличивал LD_{50} паратиона в 7.3 раза, хлордан – в 5.5 раза, линдан – в 2.5 раза [4].

Таким образом, при отравлении рыб хлорофосом и полихлорпиненом со смертельным исходом наблюдаются различные изменения активности сывороточных эстераз. Под влиянием хлорофоса гидролизующая способность ферментов снижается, а при воздействии полихлорпиненом возрастает.

Вопрос о способности полихлорпинена повышать активность эстераз требует дальнейшего изучения в целях выяснения их совместного действия для водных животных, поскольку в водоемах токсиканты могут присутствовать одновременно и, кроме того, животные могут содержать остаточные количества полихлорпинена.

Л и т е р а т у р а

1. Груздев Г.С., Зинченко В.А., Калинин В.А., Словцов Р.И. Химическая защита растений. М., 1974, 375 с.
2. Майер-Боден Г. Остатки пестицидов. М., 1966. 350 с.
3. Маурер Г. Диск-электрофорез. М., 1971. 247 с.
4. О'Брайн Р. Токсические эфиры кислот фосфора. М., 1964. 630 с.
5. Пахомов А.Н., Ароштам А.А., Маргулис Б.А. Электрофоретическое исследование эстераз водорастворимой фракции белков скелетной мускулатуры в онтогенезе кур. – ЖЭБФ, 1970, т. 6, № 6, с. 617–622.

6. Р о с л а в ц е в а С.А., С п и р и н а Т.А. Резистентность членистоногих к фосфорорганическим пестицидам. М., 1976. 56 с.
7. С у р и н о в Б.П. Изоферменты эстераз эфиров карбоновых кислот. - Усп. соврем. биол., 1977, т. 83, вып. 3, с. 340-356.
8. K a r n o v s k y M.J., R o o t s L. A directcoloring thiocholine method for cholinesterases. - J. Histo-Cytochem., 1964, vol. 12, N 3, p. 219-221.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 543.39 (289)

Э.Г. Д о б р ы н и н, Л.А. Г а м и д о в а

ХАРАКТЕРИСТИКА КРУГОВОРОТА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СОЛЕНОМ ОЗ. ТУРАЛИ

Микрофлора и микробиологические процессы в гипергалинных водоемах изучались в основном в озерах, где в солевом составе доминировал NaCl . Данных по микробиологической характеристике соленых водоемов с большим количеством сульфатов крайне мало [2, 6]. Задачей нашей работы было изучение солевого состава и активности микробиологических процессов в озере переходного хлоридно-сульфатного типа. В сентябре 1977 г. было предпринято обследование оз. Турали в ДагАССР. Водоем расположен в 1.1-1.7 км от береговой кромки Каспийского моря и отделен от него песчано-галечной пересыпью. Длина озера около 6 км, ширина от 0.4 до 1.5 км. Площадь его зеркала составляет около 4.5 км², средняя глубина 0.5 м [3]. Периодически в озеро по каналу поступает вода из Каспийского моря. Озеро служит испарительным бассейном, где получают сульфат натрия для дальнейшей переработки на соду.

Концентрацию ионов Ca и Mg определяли трилонометрическим титрованием, Cl - аргентометрическим титрованием по Мору [1]. Содержание сульфатов находили бензидиновым методом. Концентрацию ионов Na и K выявляли на пламенном фотометре ФПФ-58¹. Определения содержания растворенного кислорода, карбонатов, интенсивности фотосинтеза с применением изотопов C^{14} , гетеротрофной ассимиляцией CO_2 , подсчет общей численности бактерий проводили в соответствии с практическим руководством В.И. Романенко и

¹ Авторы очень признательны Н.А. Кудрявцевой за выполнение анализов Na и K -ионов.

С.И. Кузнецова [5]. Сульфатредуцирующие бактерии учитывали на среде Постгейта „С“ с добавлением 10% NaCl, а сапрофитные макроорганизмы – на РПА без соли и с добавлением 5, 12.5 и 25% NaCl. Концентрация основных ионов при общей солености рапы в 131 г/л была следующей.

	Ca	Mg	K	Na	SO ₄	Cl
г-экв/л	0.035	0.370	0.063	1.820	0.770	1.250
г/л	0.70	4.50	2.50	42.00	36.98	44.32

Из данных по химическому составу рапы оз. Турали видно, что среди катионов доминировал Na, ионы Mg, K и Ca содержались в значительно меньших количествах. Анионный состав формировали главным образом хлориды и сульфаты (их общая концентрация в г-экв/л соответствовала 90% суммы катионов). Содержание хлоридов равно 35.8 общей солености, сульфатов – 28.5%. В типично соленом крымском водоеме – зал. Сиваш – концентрации хлоридов и сульфатов составляли, по данным В.И. Романенко и С.И. Кузнецова [4], 53.2 и 7.0% соответственно. Таким образом, при сравнимой величине общей солености высокая концентрация сульфатов в рапе оз. Турали заметно отличает его от практически чисто хлоридного типа гипергалинных водоемов Крыма.

Продукция фитопланктона оз. Турали ($0.103 \text{ г С/м}^2 \cdot \text{сутки}^{-1}$) оказалась выше, чем в гипергалинных водоемах Крыма с близкой соленостью. Обследование озера совпало по времени с резким и нехарактерным для данного района в сентябре понижением температуры воздуха от более чем 20° до $7-9^{\circ}$, а рапы до 11.8° , которое несомненно сказалось на интенсивности как фотосинтеза, так и распада органического вещества. Деструкция в водной массе ($0.112 \text{ г С/м}^2 \cdot \text{сутки}^{-1}$) в этих условиях приблизительно равнялась первичной продукции. Очевидно, в предшествующий период с более высокой температурой фотосинтез протекал интенсивнее, и в рапе ко времени наблюдения было достаточно много легкоусвояемого органического вещества.

Наличие растворенного кислорода во всей толще рапы около 6 мг О₂/л обеспечило участие донных отложений в аэробной деструкции. Ее интенсивность была не очень высока ($0.166 \text{ г С/м}^2 \cdot \text{сутки}^{-1}$), но в силу малой глубины озера доля деструкции в илах оказалась в 1.5 раза больше, чем в водной массе. Суммарная величина аэробного распада органического вещества в озере в 2.6 раза превышала его продукцию за счет фотосинтеза фитопланктона.

Общее количество бактерий в рапе было довольно велико (см. таблицу) и близко к величинам, найденным для соленых водоемов Крыма [4].

Численность сапрофитных бактерий была наибольшей на бессолевой и слабосоленой средах. Таким образом, посевами на РПА выявлены галотолерантные и слабогалофильные формы, строго галофильные бактерии в рапе отсутствовали.

Численность бактерий и гетеротрофная ассимиляция CO_2
в рапе оз. Турали

Общее коли- чество бакте- рий, млн кл./мл	Количество сапрофитов на РПА с NaCl					Гетеротрофная ассимиляция CO_2	
	$\text{NaCl}\%$	0	5	12,5	25	мкг С/л·сутки ⁻¹	мкг С/млрд·сутки ⁻¹
11.8	кл./мл	48	150	10	0	5.3	0.45

При посевах ила наибольшая численность сапрофитов выявлена на РПА с 5% NaCl – 3000 кл/г ила, на РПА с 12% – только 100 кл/г ила, а на РПА с 25% NaCl рост сапрофитов отсутствовал. Таким образом, в иловых отложениях также доминировали слабогалофильные формы бактерий. Однако сульфатредуцирующих бактерий было найдено более 10000 кл/г ила при посеве ила в среду Постгейта, содержащую 10% NaCl , т.е. в условиях, оптимальных для роста среднегалофильных бактерий.

Общая активность водной микрофлоры наиболее полно характеризуется скоростью гетеротрофной (темновой) ассимиляции CO_2 . Ее величина в рапе озера по сравнению с общей численностью бактерий невелика. Интенсивность деструкции органического вещества ($0.60 \text{ мг О}_2\text{·сутки}^{-1}$), осуществляемая главным образом бактериями, невелика и скорее характерна для плотности бактериопланктона около 1.5 млн кл/мл, которая наблюдается в пресных водоемах. Сравнительно низкая активность бактериопланктона в озере может быть следствием либо угнетения галотолерантной и слабогалофильной микрофлоры в реальных условиях солености около 130 г/л, либо активного функционирования лишь небольшой части бактериопланктона.

Л и т е р а т у р а

1. А л е к с и н О.А., С е м е н о в А.Д., С к о п и н ц е в Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973. 265 с.
2. Г а м и д о в а Л.А. Микробиологическая характеристика оз. Турали. – Микробиология, 1977, т. 46, № 4, с. 761–768.
3. Д а г е с т а н с к а я АССР. Физико-географический и экономико-географический обзор. Махачкала, 1958. 426 с.
4. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Микрофлора Сиваша и некоторых соляных промыслов Крыма. – В кн.: Физиология водных организмов и их роль в круговороте органического вещества. Л., 1969, с. 7–23.

5. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Практическое руководство. Л., 1974. 185 с.
6. Тимук О.Е., Мицкевич И.Н. Количественное распределение гетеротрофных бактерий в заливе Кара-Богаз-Гол. - Изв. АН Туркм.ССР, сер. биол., 1970, № 6, с. 23-30.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.114.7 (225.3):574.524

Ю.В. Ларионов, Б.А. Скопинцев

ПЕРМАНГАНАТНАЯ И БИХРОМАТНАЯ ОКИСЛЯЕМОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ВЗВЕСЕЙ ВОДОЕМОВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ТРОФНОСТИ

Явным анахронизмом может показаться применение в наше время метода перманганатной окисляемости (ПО) для определения органического вещества (ОВ) в природных водах, так как он обеспечивает лишь частичное окисление ОВ. Однако именно это обстоятельство позволило использовать величины отношений кислорода ПО к органическому углероду (ПО:С) и к кислороду бихроматной окисляемости (БО), т.е. ПО:БО (наряду с другими показателями ОВ) для оценки степени лабильности ОВ [2], а также и для ориентировочного установления его природы [5].

Такая возможность наметилась при дополнительной обработке результатов изучения суммарного ОВ в водах Висконсинских озер [11]. Величины отношения ПО:С в водах этих озер непостоянны: в водах евтрофных озер величина данного отношения была наименьшей, в олиготрофных около 1,0, в озерах с высокой цветностью больше 1. Эти различия, как и различия величин отношения ПО:БО, обусловлены большей способностью к окислению гумусовых веществ перманганатом, что особенно ярко проявляется на болотно-торфяных водах, для которых характерна наиболее высокая цветность. В то же время воды с большим содержанием планктона или растворы легкоусвояемых органических соединений окисляются перманганатом лишь в малой степени [5]. Эти результаты были подтверждены при работе на ряде рек, озер и водохранилищ ЕТС и АТС [1, 3, 4, 6-9]. Поскольку такие исследования выполнялись или в натуральных или в фильтрованных водах, было необходимо их провести и в выделенных из воды взвесях озер разной трофности и водохранилищ [2] (табл. 1, 2).

Абсолютные значения ПО и БО, а также содержание органического углерода во взвесях значительно варьировали во всех озерах.

Т а б л и ц а 1

Показатели происхождения и лабильности органического вещества взвесей озер по результатам определения перманганатной (ПО) и бихроматной (БО) окисляемости и С орг

	оз. Большое			оз. Плещеево			оз. Неро		
	$\frac{ПО}{С\text{ орг.}}$	Фитопланктон ¹ во взвесах, %	$\frac{ПО}{БО}, \%$	$\frac{ПО}{С\text{ орг.}}$	Фитопланктон ¹ во взвесах, %	$\frac{ПО}{БО}, \%$	$\frac{ПО}{С\text{ орг.}}$	Фитопланктон ² во взвесах, %	$\frac{ПО}{БО}, \%$
1972 г.									
Август	0.88	15	28	-	-	-	0.56	60	18
Октябрь	0.91	40	27	0.60	80	19	0.62	80	19
Декабрь	0.81	0	37	0.78	30	31	0.56	50	18
1973 г.									
Апрель	0.94	0	48	0.90	5	37	0.68	20	23
Июнь	0.89	94	31	0.66	70	19	0.57	60	19
Август	0.84	1	39	0.80	10	29	0.57	50	18
Октябрь	0.92	90	30	0.64	95	18	0.63	95	19
Декабрь	0.82	0	43	0.88	0	31	0.62	15	20

Примечание. ¹ Большие колебания численности фитопланктона в озерах Большое и Плещеево обусловлены периодичностью его массового развития в вегетационный период. ² В оз. Неро „живой“ фитопланктон имеется и зимой.

Т а б л и ц а 2

Показатели происхождения и лабильности органического вещества взвесей Рыбинского водохранилища по результатам определения перманганатной (ПО) и бихроматной (БО) окисляемости и С орг.

	Моложский плес					Центральный плес				
	1972 г. 1			1973 г.		1972 г. 2			1973 г.	
	$\frac{ПО}{С \text{ орг.}}$	фито- планк- тон во взве- сях, %	$\frac{ПО}{БО}, \%$	$\frac{ПО}{С \text{ орг.}}$	фито- планк- тон во взве- сях, %	$\frac{ПО}{БО}, \%$	$\frac{ПО}{С \text{ орг.}}$	фито- планк- тон во взве- сях, %	$\frac{ПО}{С \text{ орг.}}$	фито- планк- тон во взве- сях, %
Март	0.84	-	36	0.93	5	37	0.91	-	0.93	5
Апрель	0.88	-	29	0.96	6	38	0.87	-	0.86	0
Май	0.85	45	32	0.92	18	34	0.77	60	0.88	3
Июнь	0.71	60	23	0.83	11	29	0.86	70	1.04	6
Июль	0.68	60	25	0.91	15	31	0.55	60	0.86	15
Август	0.68	40	21	0.87	24	29	0.68	60	0.84	20
Сентябрь	0.87	25	26	0.72	10	23	0.61	80	0.87	6
Октябрь	0.93	30	29	0.69	75	24	0.95	10	0.82	5
Ноябрь.	0.85	20	35	-	-	-	1.06	0	-	-
Декабрь	0.96	10	44	-	-	-	0.90	10	-	-

Примечание. 1. Вегетационный период 1972 г. был более благоприятным для продуцирования фитопланктона по сравнению с 1973 г.

Данные по относительному содержанию во взвесах клеток фитопланктона согласуются с изменениями величин отношений ПО:С и ПО:БО. Характерно, что величины отношений ПО:БО в оз. Большое даже в вегетационный период снижаются сравнительно немного: таково влияние всегда присутствующего во взвесах терригенного гумуса. Относительно высокие величины отношения ПО:С в оз. Большое указывают на более полное окисление перманганатом калия ОВ взвесей этого озера по сравнению с двумя другими озерами. Величины отношения ПО:С в ОВ взвесей обоих плесов Рыбинского водохранилища изменяются в пределах от 0,67 до 1,26 (табл. 2). Низкие значения характерны для взвесей с большим содержанием свежего детрита и фитопланктона.

Величины отношения ПО:БО в цветных водах обычно больше 40%, а в водах бесцветных или малоцветных, содержащих в основном органическое вещество планктонного происхождения, меньше 40% [5, 9]. Примерно такая же закономерность получена нами и для органического вещества взвесей, выделенных из природных вод (табл. 1, 2).

Аналогичный вывод можно сделать, рассматривая результаты исследования, проведенного Н.А. Трифионовой и Л.А. Калининой [10] на Рыбинском водохранилище. В этой работе наряду с величинами по перманганатной и бихроматной окисляемости и содержанию взвесей приводятся данные по хлорофиллу.

Нередко наблюдаемое расхождение между величинами ПО:БО во взвесах и воде обусловлено тем, что в таких водах в течение года постоянно имеется значительное количество водного гумуса терригенного происхождения, который полнее окисляется перманганатом. Вследствие этого одновременно имеющееся в воде лабильное ОВ (которое в меньшей степени окисляется перманганатом) может маскироваться. Для лабильного и стойкого органического вещества взвесей разница величин этого отношения более отчетлива. Преобладание во взвесах фитопланктона, богатого лабильным органическим веществом, но слабоокисляемым перманганатом, приводит к относительному снижению величин отношения ПО:БО, тогда как торфянистые частицы характеризуются более высокими значениями этого отношения. Поэтому в воде высокоевтрофных озер в период их „цветения“, как правило, величины указанного отношения значительно ниже (0,5–0,6) по сравнению с нецветущими водоемами (1,5). Величины ПО:С и ПО:БО в нефiltroванных и фильтрованных водах Рыбинского водохранилища и других водоемов (6–8) подтверждают реальность рассмотренных здесь характеристик ОВ взвешенных в воде частиц. Несомненно, что величины отношений рассмотренных показателей ОВ могут оказаться весьма полезными при изучении грунтовых растворов донных отложений и водных вытяжек из них.

1. К р ы л о в а Л.П., С к о п и н ц е в Б.А. Содержание органического углерода в водах рек и озер Подмосковья и крупных рек Советского Союза. - Гидрохим. матер., 1959, т. 28, с. 28-44.
2. Л а р и о н о в Ю.В., С к о п и н ц е в Б.А. Некоторые показатели лабильного и стойкого органического вещества взвесей озер разной степени трофии. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1975, № 27, с. 46-49.
3. Н и к о л а е в а Е.А., С к о п и н ц е в Б.А. Бихроматная окисляемость в водах рек и озер Подмосковья и крупных рек Советского Союза. - Гидрохим. матер., 1961, т. 31, с. 113-126.
4. С к о п и н ц е в Б.А. Содержание органического вещества в некоторых водоемах Подмосковья. - ДАН СССР, 1948, т. 61, № 2, с. 293-296.
5. С к о п и н ц е в Б.А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус). - Тр. Гос. океанограф. ин-та, 1950, вып. 17(29), 290 с.
6. С к о п и н ц е в Б.А., Б а к у л и н а А.Г. Органическое вещество в водах Рыбинского водохранилища в 1964 г. - В кн.: Продуцирование и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. М.-Л., 1966, с. 3-32.
7. С к о п и н ц е в Б.А., Б а к у л и н а А.Г., Б и к б у л а т о в а Е.М., К у д р я в ц е в а Н.А., М е л ь н и к о в а Н.И. Органическое вещество в воде Волги и ее водохранилищ в июне 1966 г. и июле 1969 г. - В кн.: Органическое вещество и элементы гидрологического режима волжских водохранилищ. Л., 1972, с. 39-53.
8. С к о п и н ц е в Б.А., Б а к у л и н а А.Г., М е л ь н и к о в а Н.И. Органическое вещество в воде Онежского озера и некоторых водоемов Волго-Балтийского водного пути летом 1968 г. - В кн.: Органическое вещество и элементы гидрологического режима волжских водохранилищ. Л., 1972, с. 54-61.
9. Т а р а с о в а Е.Н. О соотношении органического углерода с различными видами окисляемости в водах открытого Байкала. - Гидробиол. ж., 1972, т. 8, № 5, с. 70-75.
10. Г р и ф о н о в а Н.А., К а л и н и н а Л.А. Содержание и распределение соединений азота в Рыбинском водохранилище в летне-осенний период. - В кн.: Органическое вещество и элементы гидрологического режима волжских водохранилищ. Л., 1972, с. 73-79.
11. J u d a y C., B i r g e E. Dissolved oxygen and oxygen consumed in the lake waters of N/E Wisconsin. - Trans. Wisconsin Acad. Sci, 1932, vol. 27, p. 415-436.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Ю.М. Лебедев

О СВЯЗИ МЕЖДУ ПЕРМАНГАНАТНОЙ ОКИСЛЯЕМОСТЬЮ И ЦВЕТНОСТЬЮ ВОДЫ РЕК И ОЗЕР, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Органическое вещество и цветность – одни из главных компонентов, определяющих пригодность природных вод в качестве сырья для водоподготовки при питьевом водоснабжении. Восточное плечо БАМ расположено целиком в зоне **высокоцветных, загруженных органикой вод**, формирующихся в основном на водосборах, занятых вечной мерзлотой. Строительство новых поселков вдоль трассы БАМ потребует и решения вопросов водоснабжения. В связи с этим выяснение закономерностей формирования цветности для вод этого региона представляет значительный интерес.

Наблюдение за перманганатной окисляемостью и цветностью воды в р. Зее проводилось в июне–сентябре 1974 г. на створе пос. Бомнак в 40 км выше будущего г. Зейска на трассе БАМ путем ежедневного отбора проб. В августе 1974 г. было также проведено маршрутное обследование нескольких пойменных озер на левом берегу Зеи в 10 км выше пос. Бомнак.

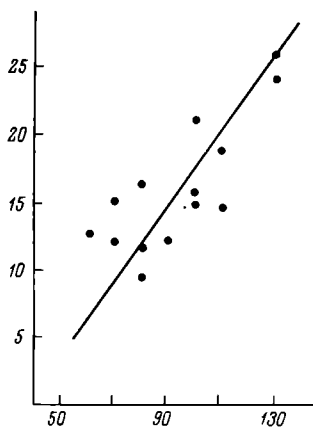
Перманганатная окисляемость воды определялась в кислой среде, цветность – по имитированной платиново–кобальтовой шкале, БПК – по общепринятой методике без разбавления через 1,3,5,7 суток [3].

Обычно между перманганатной окисляемостью и величиной цветности **природных вод** прослеживается определенная зависимость [2]. Такое явление может иметь место в том случае, если количество неокрашенного органического вещества, окисляемого перманганатом калия, остается в определенной степени постоянным или содержание окрашенного и неокрашенного соединений меняется пропорционально. Однако в водотоках бассейна Верхней Зеи, дренирующих водосборы в зоне вечной мерзлоты, подобной корреляции между цветностью воды и величиной перманганатной окисляемости не наблюдается. Корреляционный анализ по методу расчета монотонных нелинейных связей [1] со сдвигом параметров на целое число суток показывает, что наиболее тесная прямая связь между расходами и цветностью отстает на 1 сутки от наибольшей корреляции между расходами и перманганатной окисляемостью. Это говорит о том, что в условиях вечной мерзлоты первым из почв вымывается бесцветное органическое вещество, а затем более сильно закрепленные окрашенные соединения.

Отличие вечномерзлотных почв состоит в том, что вымывание веществ идет из слоев, оттаивающих под влиянием муссонных дождей в середине лета, когда слой мерзлоты является водоупором. Поэтому осадки каждого отдельного дождя проникают до слоя мерзлоты и вызывают оттаивание его верхней границы, т.е. каждый

Связь цветности воды р. Зеи с разницей между количеством органического вещества, определяемого с перманганатом калия, и БПК_{полн.}

По оси ординат – концентрация органического вещества (ПО – БПК_{полн.}, мгО₂/л); по оси абсцисс – цветность, град.



дождь промывает новый, ранее непромытый слой почвы. Это подтверждается тем, что во время прохождения летних паводков, вызванных муссонными дождями, температура воды в реке падает до 6–7°. Биохимическая же трансформация органического вещества в почвах затруднена низкими температурами, и в этом случае микробиологическая переработка органических соединений должна интенсифицироваться в водотоках. Поэтому в водах Зеи в зависимости от времени их прохождения до створа отбора проб и генезиса должно содержаться разное количество бесцветного органического вещества, окисляемого перманганатом и биохимически неустойчивого. В этом случае, если учесть количество такого органического вещества и ввести на него соответствующую поправку, должна наблюдаться связь между цветностью и концентрацией органического вещества. Подобную поправку, считая, что окисляется пропорциональная часть биохимически неустойчивого органического вещества, можно ввести, рассчитав полное БПК. Результаты такого расчета полностью подтверждают это предположение (см. рисунок). Другое подтверждение состоит в том, что в пойменных озерах, где доля вод, поступающих с водосбора, по сравнению с общим объемом воды в чаше относительно невелика, и, следовательно, органическое вещество в основном трансформировано, отмечается обычная связь между цветностью и перманганатной окисляемостью.

Л и т е р а т у р а

1. А л е к с е е в Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л., 1971, 363 с.
2. С к о п и н ц е в Б.А., К р ы л о в а Л.П. Результаты изучения некоторых вопросов динамики органического вещества

в природных водах. - Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1955, т. 6, с. 38-45.

3. У н и ф и ц и р о в а н н ы е м е т о д ы а н а л и з а в о д .
М., 1973. 385 с.

Тихоокеанский институт
географии ДВНИ АН СССР

УДК. 556.114.7(285.3)

В.Е. С и н е л ь н и к о в, Ю.В. Е р ш о в,
Т.Б. Л а п и р о в а

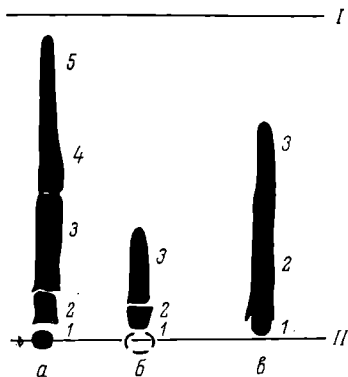
К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ГИДРОФОБНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ВОД НА ПРИМЕРЕ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В литературе для группы органических соединений, извлекаемых из воды органическими растворителями, принят термин „липиды” [2, 4, 5, 8]. М. Кейтс [1] объединяет в группу липидов жиры и жироподобные вещества (каротиноиды, стерины), углеводороды животного и растительного происхождения. Представляется, что нельзя использовать этот термин для всей группы хлороформрастворимых веществ или веществ, извлекаемых спиртобензолом, поскольку в хлороформных экстрактах из вод и донных отложений, как правило, содержится хлорофилл, продукты его распада, а также вещества антропогенного происхождения.

На примере эвтрофированного водоема (Иваньковское водохранилище) мы подсчитали число хлороформрастворимых веществ, связанных с водными организмами (собственно липиды), и других соединений, входящих в состав гидрофобного органического вещества. Определялись сумма хлороформрастворимых веществ, углеводороды, смолистые вещества, подсчитана возможная доля последних в найденном количестве хлороформрастворимых веществ, а также доля хлорофилла. Расчет примерного содержания липидов произведен по разности между общим количеством хлороформрастворимых веществ и суммой углеводородов, смол и хлорофилла. Углеводороды определялись методом ИК-спектроскопии [7], смолистые вещества - флуоресцентным методом после предварительного разделения всего количества хлороформрастворимых веществ, выделенных из воды, на тонком слое незакрепленной окиси алюминия в системе гексан: уксусная кислота: этанол - 45:4:8. Время разделения составляло 30 мин. С помощью этой системы растворителей смесь хлороформрастворимых веществ разделялась на группу смол (битуменов), пигментов, углеводородов (см. рисунок). Липиды в этих условиях не всегда выделялись в виде отдельной фракции, а входили главным образом в состав углеводородной фракции.

Хроматограммы хлороформных экстрактов из воды (а), ветвистоусых раков (б), детрита нитчатых водорослей (в).

I — линия фронта растворителя, II — линия старта. Образец а: 1 — смолы, 2 — липиды, 3 — пигменты, 4, 5 — углеводороды; образец б: 1 — остаток экстракта, 2 — липиды, 3 — пигменты; образец в: 1 — желтые пигменты и смолы, 2 — хлорофилл, 3 — липиды.



Хроматограмма веществ, выделенных из воды, сопоставлялась с распределением отдельных фракций хлороформных экстрактов из ветвистоусых раков и нитчатых водорослей. Жир ветвистоусых раков содержал красный пигмент и другие флуоресцирующие соединения. Липиды флуоресцировали бело-голубым цветом, пигменты — светло-красным (см. рисунок). На линии старта иногда оставались следы липидной фракции. Липиды растительного происхождения (масла) обладали большей подвижностью и на линии старта никаких следов не оставляли.

Продукты распада нитчатых водорослей разделялись на 3 фракции: смолистые вещества, хлорофилл и продукты его распада, липиды. Иногда во фракции смолистых веществ из водорослевого детрита обнаруживалось несколько зон с разными оттенками флуоресценции. Как правило, выделенные из воды смолистые вещества остаются на линии старта. Они флуоресцируют желтым, желто-коричневым или оранжево-желтым цветом, а в период зимней межени, ранней весной или поздней осенью, когда цветение отсутствует, цвет этой фракции приобретает серый оттенок.

Зеленые пигменты светятся красным цветом, углеводороды за счет ароматических соединений — сине-голубым и зеленоватым. Распределение на хроматограмме масел растительного происхождения в этих же условиях отличалось от распределения липидов водорослей и планктона. Вероятно, условия их разделения сильно зависят от структуры молекул.

Липиды — большая и разнообразная группа соединений. Они часто могут содержаться и в других фракциях при данных условиях разделения. Их доля в общем количестве гидрофобного органического вещества невелика. Количественные определения углеводов и смолистых веществ показали, что их содержание в сумме гидрофобного органического вещества колеблется от 10 до 88% (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Содержание углеводов и смол в сумме
хлороформрастворимых соединений, выделенных из вод
Иваньковского водохранилища

Место отбора проб	Гори- зонт, м	Хлоро- формраствори- мые вещества, мг/л	Угле- водо- роды, мкг/л	Смо- лы, мг/л	Содержание смол в хло- роформраствори- мых веществах, %	Содержание углеводоро- дов в хло- роформраствори- мых веществах, %
с. Мигалово	2,5	2,0	60	0,14	7,0	3,0
р. Тверца, 15 км от устья	2,5	1,1	32	0,15	13,6	2,9
р. Орша, 2 км от устья	0,5	1,2	77	0,93	77,0	6,4
дер. Слобода	3,0	1,0	21	0,18	18,0	2,1
Шошинский плес водохранилища:						
автоторожный мост	1,0	0,8	21	0,31	38,7	2,6
железнодорожный мост	2,5	1,5	18	0,46	30,6	1,2
дер. Карачарово	1,2	0,5	41	0,25	50,0	8,2
затопленный г. Корчева	6,0	0,6	214	0,32	53,3	35,6
5 км от плотины	8,0	0,8	143	0,54	70,0	17,8
Среднее:	-	1,0	69	0,36	39,8	8,86

Т а б л и ц а 2

Компонентный состав гидрофобного
органического вещества поверхностных вод

Липиды	Пигменты	Углеводы	Смолистые вещества (битумоиды)
Жиры Фосфатиды Жирные кислоты Стерины	Хлорофилл Феофитин Порфирины Каротиноиды	Парафиновые Олефиновые Ароматические	Нефтяные битумы Природные битумоиды Бытовые битумоиды Смолы промышленного синтеза

Концентрация смолистых веществ в воде в среднем в 5.2 раза выше, чем углеводов. Низкий процент содержания углеводов по сравнению со смолистыми веществами характерен для чистых водоемов. Природные смолистые вещества и продукты осмоления органических веществ городских стоков входят в состав битумоидов. Выход смол из органического вещества городских стоков составляет от 0.5 до 5% на сухое органическое вещество. Содержание хлорофилла в воде Иваньковского водохранилища колеблется в пределах 24–53 мкг/л [3], что составляет 2.5–10% от суммы хлороформрастворимых веществ. Исходя из средних значений процентного содержания смол и углеводов (48.6%), их сумма совместно с хлорофиллом составит 50–60% от общего количества хлороформрастворимых веществ.

Липиды по сравнению с белками и углеводами – наиболее устойчивая к окислению фракция органических веществ. Такой взгляд утвердился в связи с тем, что в группе липидов рассматривали углеводы, смолы, пигменты. Смолы и высокомолекулярные парафиновые углеводы действительно весьма устойчивы к окислению. В то же время жиры легко потребляются микроорганизмами. Например, они могут служить источником углерода для сульфатредуцирующих бактерий [6].

Таким образом, липиды представляют собой часть гидрофобного органического вещества, нередко значительно меньшую долю его суммы. Выделяют отдельные группы гидрофобных соединений (табл.2). Поскольку разработаны методы анализа соединений, входящих в состав гидрофобного органического вещества, целесообразно рассматривать каждую их группу отдельно.

Л и т е р а т у р а

1. Кейтс М. Техника липидологии. М., 1975. 322 с.
2. Малер Г., Кордес Ю. Основы биологической химии. М., 1970. 386 с.

3. Пырина И.Л., Елизарова В.А., Сигарева Л.Е. Признаки евтрофирования Иваньковского водохранилища по показателям продуктивности фитопланктона. - Тез. докл. по антропогенному евтрофированию природных вод, Черноголовка, 1977, т. 2, с. 238-244.
4. Романкевич Е.А. Геохимия органического вещества в океане. М., 1977. 256 с.
5. Солдатенко П.Ф. Действие сапропеля на физиологические процессы в животном организме. Л., 1976. 171 с.
6. Штурм Л.Д., Мессинева М.А., Федорovская Н.П. Микробиологическое исследование иловых отложений озера Борковского. - Тр. лаб. генезиса сапропеля, 1941, вып. 2, с. 115-140.
7. Carlberg S.R., Skarstedt C.B. Determination of small amounts of non-polar hydrocarbons (oil) in sea water. - Medd. Havsfiskelad. Lyisekil., 1970, N 96. 10 p.
8. Jeffrey L.M. Lipids of marine waters. - In: Symposium on organic matter in natural waters. Alaska, 1970, p. 55-76.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.55(282.247.41)

И.П. Шамардина

О ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ И ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВЕРХОВЬЯХ ВОЛГИ

Данные о первичной продукции фитопланктона и деструкции органического вещества в водоемах верховьев Волги выше г. Калинин отсутствуют.

Сообщаемые ниже результаты получены в июле и августе 1976 г. в верховьях Волги выше г. Ржева на участке от оз. Волго (Верхневолжское водохранилище) до устья р. Молодой Туд и в устьях волжских притоков: левых (Селижаровка, Б. и М. Коша, Итомли) и правого (Молодой Туд). Суточная валовая первичная продукция планктона (ВПП) и деструкция (Д) определялись скляночным методом по кислороду при суточной экспозиции склянок *in situ*. Одновременно измерялись температура, прозрачность по Секки, цветность по имитационной Pt-Co шкале, растворенный кислород по Винклеру. Измерения проводились в двухкратной повторности. Наблюдения в июле проведены после обильных дождей, а в августе после сравнительно длительного засушливого периода, когда уровень воды упал на 1.5-2 м.

Общая характеристика обследованных водоемов

Станции	Прозрачность, см		Цветность, град.		Температура, °C		Содержание O ₂ , мг/л		ВПП, мг O ₂ /л в сутки		Д, мг O ₂ /л в сутки	
	УП	УПВ	УП	УПВ	УП	УПВ	УП	УПВ	УП	УПВ	УП	УПВ
оз. Волго, пос. Селище	-	111	-	87	-	18	-	9.17	-	6.8*	-	6.49*
оз. Волго, выше бейшота.	100	120	105	100	18	16.7	7.7	7.0	0.46	0.3	-	0.04
р. Селижаровка, ниже дер. Барагино	160	-	45	30	19	16	7.3	7.0	0.78	0.19	0.64	0.0
р. Селижаровка, устье	130	-	40	35	19	16.4	7.0	7.6	0.3	0.1	0.1	0.0
р. Волга, ниже пос. Селижарово	107	115	85	70	16.5	15.8	8.5	7.6	1.0	0.4	0.5	0.1
р. Б. Коша, устье	-	До дна	120	60	-	14.5	-	8.05	-	0.45	-	0.45
р. М. Коша, устье	-	-	100	60	-	-	-	-	-	-	-	-
р. Волга, у дер. Ельши	88	-	100	90	18	15.5	6.7	7.53	0.4	0.52	0.3	0.45
р. Итомя, устье	-	До дна	57	50	-	15	8.1	11.0	0.1	0.24	0.0	0.24
р. Молодой Туд, устье	-	До дна	42	20	-	15	-	9.39	-	0.15	-	0.15
р. Волга, у дер. Снежино	-	-	90	75	-	-	-	-	-	-	-	-

П р и м е ч а н и е. * - в оз; Волго у пос. Селище за 4 ч (с 9 ч 30 мин до 13 ч 30 мин), ** - глубина 1 м.

Результаты исследований приведены в таблице. Сходные показатели цветности для этой части Волги получены С.А. Озеровым [5], М.А. Фортунатовым [10] и др. Содержание растворенного кислорода варьировало от 7 до 11 мг/л, а насыщение воды кислородом в большинстве случаев составляло 70–80%. Лишь в одном пункте (устье р. Итомли) отмечено небольшое пересыщение (106%), что, видимо, связано с развитием обильного перифитона на каменистом дне этой реки.

Средняя суточная ВПП по всем пунктам, исключая оз. Волго, составляла 0.5 в июле и 0.3 мг O_2 /л в августе. В среднем для обоих месяцев она была равна 0.39 мг O_2 /л. Высокие величины ВПП и деструкции обнаружены в заливе оз. Волго против пос. Селище в августе: за 4-часовую экспозицию склянок в поверхностном слое озера (с 9 ч 30 мин до 13 ч 30 мин) ВПП составила 6.8, а деструкция 6.5 мг O_2 /л. Это объясняется скоплением в заливе массы *Anabaena* sp., значительная часть которой, судя по высокой величине деструкции, уже отмирала.

По данным Р.З. Ковалевской и В.С. Карабанович [1], суточная ВПП фитопланктона в июне–августе 1958–1972 гг. в Волге от Горького до Волгоградского водохранилища включительно колебалась в очень широких пределах: от 0.6 до 14.9 мг O_2 /л. В 1972 г. колебания этой величины были менее значительными: от 0.7 до 3.9 мг O_2 /л. Авторы выделяют участки с повышенной ВПП, характеризуя их как высокоэвтрофные, и с пониженной ВПП, оценивая их как среднеэвтрофные [1].

Для того же 1972 г. А.П. Остапеня и Н.Б. Дубко [6] также от г. Горького до Волгоградского водохранилища получили величины суточной деструкции от 0.12 до 1.37 мг O_2 /л (в среднем 0.47). Они считают такой уровень деструкционных процессов характерным для умеренно эвтрофных вод. Полученные ранее (до 1972 г.) величины деструкции для Средней и Нижней Волги примерно того же порядка [7, 8].

Для Верхней Волги в литературе есть данные о суточной ВПП и деструкции только от г. Калинина и ниже, где ВПП колебалась от 0.8 до 1.5 мг O_2 /л [9], а деструкция от 0 до 1.9 мг O_2 /л в сутки [2–4].

Полученные нами величины суточной ВПП и деструкции на участке Волги от оз. Волго до г. Ржева в среднем ниже, чем приведенные данные для Волги ниже г. Калинина. Если по ВПП и деструкции воды Средней и Нижней Волги можно оценивать как умеренные, а местами высокоэвтрофные [1, 6], Ивановского и Рыбинского водохранилищ как мезотрофные [9], то на исследованном нами участке от оз. Волго до г. Ржева Волга может быть охарактеризована как слабomezотрофный водоток. Что же касается залива оз. Волго, то в момент исследования здесь обнаружена высокая степень эвтрофии.

1. К о в а л е в с к а я Р.З., К а р а б а н о в и ч В.С. Первичная продукция планктона Волги и ее водохранилищ. - Водн. ресурсы, 1975, № 1, с. 86-93.
2. К у д р я в ц е в В.М. Первичная продукция и деструкция органического вещества в Волге и ее водохранилищах в 1970 г. - В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Л., 1974, с. 34-45.
3. К у з н е ц о в С.И., К а з а р о в е ц Н.М., М а р г о л и н а Г.Л. Определение интенсивности процесса самоочищения воды в водохранилищах. - В кн.: Материалы по биологии и гидрологии волжских водохранилищ. М.-Л., 1963, с. 3-6.
4. М а р г о л и н а Г.А. Результаты обследования санитарного состояния Волги от Калинина Ярославля в октябре 1962 г. - В кн.: Продуцирование и кругооборот органического вещества во внутренних водоемах. Л., 1966, с. 187-194.
5. О з е р о в С.А. Волга, Ока и Москва-река как источники водоснабжения г. Москвы. Химические исследования. - Тр. комиссии по изысканию новых источников водоснабжения г. Москвы, 1927, вып. 4, с. 3-71.
6. О с т а п е н я А.П., Д у б к о Н.Б. Биохимическое потребление кислорода в Волге. - Водн. ресурсы, 1975, № 1, с. 94-101.
7. Р о м а н е н к о В.И. Интенсивность дыхания и фотосинтеза микрофлоры в фильтрованных и нефилтрованных пробах воды на Волге. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, № 18, 1973, с. 6-8.
8. С к о п и н ц е в Б.А., Б а к у л и н а А.Г., Б и к б у л а т о в а Е.М., К у д р я в ц е в а Н.А., М е л ь н и к о в а Н.И. Органическое вещество в воде Волги и ее водохранилищ в июне 1966 г. и июле 1969 г. - В кн.: Органическое вещество и элементы гидрологического режима волжских водохранилищ. Л., 1972, с. 39-53.
9. С о р о к и н Ю.И. Продукция фотосинтеза в волжских водохранилищах в конце июня 1959 г. - Бюл. Ин-та биол. водохр., 1961, № 11, с. 3-6.
10. Ф о р т у н а т о в М.А. Цветность и прозрачность воды Верхневолжских водохранилищ. - В кн.: Абиотические факторы биологического круговорота в водоемах. Л., 1971, с. 86-100.

Всесоюзный институт научной
и технической информации АН СССР

В.И. Романенко, М. Перес Ейрис,
М.А. Публиенес

КАПЕЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ МИКРООРГАНИЗМАМИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОДЕ

В окончательном виде способ анализа скорости ассимиляции низкомолекулярных органических веществ микрофлорой в больших объемах воды (30–50 мл) был разработан Райтом и Хобби [2]. С необходимостью определения интенсивности микробиологических процессов в малых объемах мы столкнулись при изучении в водоемах бактериальной пленки на поверхности воды, толщина которой колеблется от 5 до 50 мкм [1].

Опыты произведены с меченой ^{14}C глюкозой и водой водохранилища Сьерра-дель-Розарио на Кубе, после того как она простояла в аквариуме 5 дней и на ней сформировались бактериальная пленка толщиной 50 мкм. Из основного раствора с активностью под торцовым счетчиком $0.4 \cdot 10^6$ имп/мин/мл и концентрацией глюкозы 3.68 мкг С/л были приготовлены 4 рабочих, имеющих приведенные показатели (табл. 1). Растворы (по 0.2 мл) стерилизовались и хранились в запаянных ампулах.

Пробы отбирались путем прикосновения к поверхности воды металлической петлей диаметром 5 мм и наносились на стеклянные пластинки размером 2х2 см. Вес воды, отбираемой одной петлей, равен 20 мг. На каждое стекло наносилось 3 петли, т.е. 60 мг (0.017 мл).

Чтобы пленочная вода отделилась от петли, к ней на мгновение необходимо прикоснуться нагретой на спиртовке до красного каления иглой. Параллельно в качестве контроля отбиралась вода с глубины аквариума. Она вносилась пипеткой в чашечку объемом 5 мл, пробы отбирались также петлей из поверхностного мениска. Откалиброванной на аналитических весах пипеткой с тонко оттянутым носиком в воду добавляли по 1 капле радиоактивной глюкозы. На первое стекло наносили раствор № 1 (табл. 1), на второе – № 2 и т.д. Для каждой концентрации глюкозы анализы произведены в 3 повторностях, всего было использовано 12 стекол в опыте и 12 – в контроле. Капли на них перемешивались платиновой петлей и инкубировались во влажной камере, сделанной из чашки Петри. Через 1–1.5 ч на каждое стекло вносили по 1 капле раствора Люголя. Капли высушивались на плитке, бактерии прикреплялись к стеклу путем кратковременного сильного прогрева в пламени спиртовки. Избыток радиоактивной глюкозы вымывался дистиллированной водой, которая наливалась в чашку Петри и менялась 4–5 раз в течение

Т а б л и ц а 1

Радиоактивность и концентрация используемой глюкозы

Номер раствора	Радиоактивность, имп/мин		Концентрация, мкг С		
	1 мл	1 капля весом 12.7 мг	на 1 мл	в 1 капле весом 12.7 мг	в расчете на 1 л воды, отбираемой петлей при на- веске 60 мг
1	10000	127	0.09	0.0011	20
2	20000	254	0.18	0.0023	40
3	40000	508	0.37	0.0047	80
4	80000	1016	0.74	0.0094	160

15–20 мин¹. Стекла высушивались, маркировались на обратной стороне, радиоактивность микроорганизмов на них просчитывалась под счетчиком Гейгера. Контролем на адсорбцию и чистоту препарата служили пробы, зафиксированные до внесения изотопа.

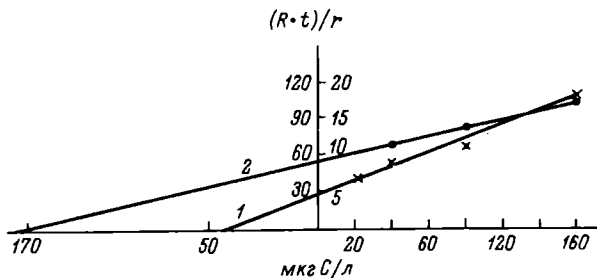
Параллельные результаты (табл. 2) колеблются значительно, но средние величины подчиняются закономерностям энзиматических

Т а б л и ц а 2

Радиоактивность бактерий над фоном в экспериментах с водой водохранилища Сьерра-дель-Розарио, имп/мин

Номер раствора	Повторность			\bar{X} для пленки	\bar{X} для глубин- ной воды
	1	2	3		
1	13	30	2	15	8
2	67	63	38	56	12
3	83	65	35	68	14
4	187	112	168	155	24

¹ Если вода грязная, организмы можно смыть и профильтровать через мембранные фильтры.



Потребление микроорганизмами глюкозы в поверхностной пленке воды при заданной концентрации.

1 - в глубине (контроль) (определено методом Райта и Хобби),
2 - в поверхностной пленке воды (определено предложенным методом).

По оси ординат - величины $\frac{R \cdot t}{r}$ (слева - для пленочной воды, справа - для глубинной); по оси абсцисс - концентрация глюкозы, мкг С/л.

реакций, и по ним можно определить скорость потребления глюкозы микроорганизмами и ее запасы в воде.

По средним рассчитаны величины $\frac{R \cdot t}{r}$. (R - радиоактивность внесенного раствора, t - время инкубирования, r - радиоактивность организмов), по которым был построен график и определены запасы глюкозы (см. рисунок).

Установлено, что в глубинной воде запас глюкозы равен 40 мкг С/л, в пленочной - 1/5 мкг С/л. Исходя из толщины обрастания предметных стекол на границе фаз вода-воздух (50 мкм), можно рассчитать интенсивность процесса в этом слое.

Площадь металлической петли, которой отбирались пробы воды, равна 20 мм², вес одной пробы - 20 мг. Из этого следует, что петля берет воду до глубины 1000 мкм. Следовательно, прибавка запасов глюкозы в 135 мкг С/л осуществляется за счет слоя толщиной 50 мкм. Отсюда запасы глюкозы в пленке в действительности в 20 раз выше, т. е. равны 2700 мкг С/л.

Скорость потребления глюкозы в глубинной воде равна 1.8 мкг С л/ч, в пленке толщиной 50 мкм - 321 мкг С л/ч.

Таким образом, разработанный капельный метод позволил установить, что интенсивность протекающих процессов в поверхностной пленке воды более чем в 170 раз выше, чем в глубинных слоях.

Л и т е р а т у р а

1. Романенко В. И., Публиенес М. А., Даукшта А. С. Развитие бактерий и их активность в поверхностной пленке воды в экспериментальных условиях. - Микробиология, 1978, т. 47, вып. 1, с. 149-157.

2. Wright R.T., Hobbie J.E. The uptake of organic solutes in lake water. - Limnol. a. Oceanogr., 1965, vol. 10, N 1, p. 22-28

Институт биологии
внутренних вод АН СССР
Отдел экологии АН Кубы

УДК 581.526.325:581.132

Н.М. Минеева

К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛОВ

В гидробиологических работах для анализа пигментов фитопланктона широко применяется так называемый стандартный метод, который позволяет определять хлорофиллы α , b и c в смешанном экстракте. Вычисление концентраций пигментов ведется по формулам, составленным с учетом коэффициентов экстинкции хлорофиллов в 90%-м ацетоне [8, 9]:

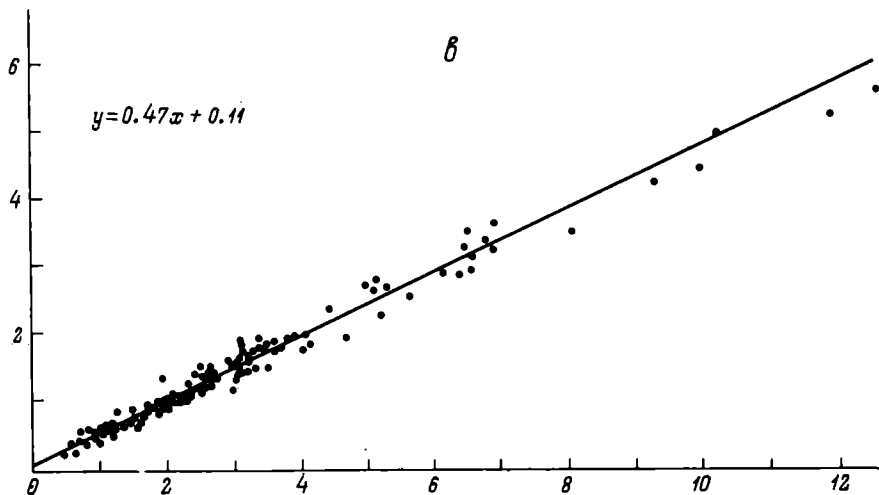
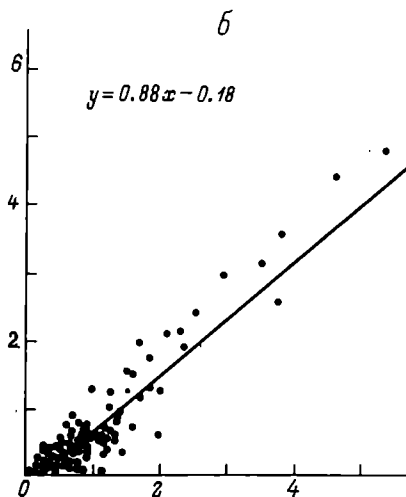
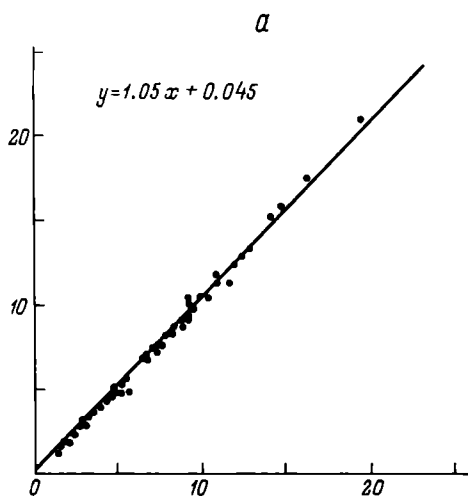
$$\begin{aligned} \text{хлорофилл } \alpha \text{ (мкг/мл)} &+ 11.64E_{663} - 2.16E_{645} + 0.010E_{630} \\ \text{хлорофилл } b \text{ (мкг/мл)} &- 3.94E_{663} + 20.97E_{645} - 3.66E_{630} \quad (1) \\ \text{хлорофилл } c \text{ (мкг/мл)} &- 5.53E_{663} - 14.81E_{645} + 54.22E_{630} \end{aligned}$$

(E - оптическая плотность сантиметрового слоя экстракта при данных длинах волн с поправкой на неспецифическое поглощение экстрактом при 750 нм).

Подробное изучение химического состава зеленых пигментов фитопланктона позволило выделить в кристаллическом виде 2 компонента хлорофилла c , названных c_1 и c_2 [3-5]. Было получено новое значение коэффициента экстинкции для хлорофилла c , которое почти вдвое отличалось от прежнего, а также уточнены коэффициенты экстинкции хлорофиллов α и b . В связи с этим Джефри и Хамфри предложены новые формулы для расчета концентраций пигментов [6, 7]:

$$\begin{aligned} \text{хлорофилл } \alpha &+ 11.85E_{664} - 1.54E_{647} - 0.08E_{630} \\ \text{хлорофилл } b &- 5.43E_{664} + 21.03E_{647} - 2.66E_{630} \quad (2) \\ \text{хлорофилл } (c_1 + c_2) &- 1.67E_{664} - 7.60E_{647} + 24.52E_{630} \end{aligned}$$

В настоящее время определение концентраций зеленых пигментов водорослей в основном ведется по формулам Джефри и Хамфри. Однако в ряде случаев возникает необходимость сравнивать эти ве-



Зависимость между концентрациями хлорофиллов *a*, *б*, *в*, вычисленными по формулам стандартного метода и формулам Джеффри и Хамфри.

a – хлорофилл *a*, *б* – хлорофилл *b*, *в* – хлорофилл *c*.

По оси ординат – концентрации пигмента, вычисленные по формулам (2), мкг/л: по оси абсцисс – то же по формулам (1), мкг/л.

личины с полученными ранее по уравнениям стандартного метода. Для этого нами определены соотношения концентраций хлорофиллов α , b , c , вычисленных по уравнениям (1) и (2).

В работе использованы пробы пигментов, собранные в 1976 г. на Шекснинском водохранилище, Белом озере и водоемах Северо-Двинского канала. Экстракты готовили по стандартной, с небольшими изменениями, методике [2, 8], оптические плотности измеряли при длинах волн 664, 663, 647, 645 и 630 нм, концентрации рассчитывали по уравнениям (1) и (2). Затем во всех пробах для каждого пигмента находили отношение его концентраций, вычисленных по формулам (1), к вычисленным по формулам (2). Большой объем выборки (81 образец хлорофилла α , 114 - хлорофилла b , 136 - хлорофилла c) позволил провести статистическую обработку полученных результатов.

Искомое отношение для хлорофилла α оказалось равным 0.95 ± 0.004 , для хлорофилла b - 2.55 ± 0.39 , для хлорофилла c - 1.96 ± 0.018 . Очевидно, что содержание хлорофилла α по уравнениям (1) и (2) рассчитывается практически одинаково. Концентрации 2 других пигментов, вычисленные стандартным методом, получаются значительно выше. Особенно велика эта разница (2.55 раза) для хлорофилла b . Коэффициенты корреляции между величинами, сосчитанными по формулам (1) и (2), во всех случаях близки к 1 и составляют для хлорофиллов α , b и c 0.9995, 0.94 и 0.98. Зависимость между концентрациями, вычисленными по формулам (1) и (2), для всех 3 пигментов описывается линейными уравнениями (см. рисунок), что еще раз подтверждает наличие хорошей корреляционной связи [1].

Таким образом, представляется вполне возможным переходить от концентраций, рассчитанных по формулам стандартного метода, к величинам, получаемым по формулам Джеффри и Хамфри, используя множители 0.95, 2.55 и 1.96 соответственно для хлорофиллов α , b , c .

Л и т е р а т у р а

1. Н а л и м о в В. В. Применение математической статистики при анализе вещества. М., 1960. 430 с.
2. С и г а р е в а Л. Е. О влиянии характера механического разрушения фитопланктона на степень экстрагирования его пигментов. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1974, № 24, с. 8-11.
3. J e f f r e y S.W. Two Spectrally Distinct Components in Preparations of Chlorophyll c . - Nature, 1968, vol. 220, N 5171, p. 1032-1033.
4. J e f f r e y S.W. Properties of two spectrally different components in chlorophyll c preparations. - Biochim. Biophys. Acta, 1969, vol. 177, N 3, p. 456-467.

5. J e f f r e y S.W. Preparation and some properties of crystalline chlorophyll c_1 and c_2 from marine algae. - Biochim. Biophys. Acta, 1972, vol. 279, N 1, p. 15-33.
6. J e f f r e y S.W., H u m p h r e y G.F. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls α , b , c_1 and c_2 in algae, phytoplankton and higher plants. - CSIRO Marine Biochemistry Unit, Annual Report, 1973-1974, p. 6-9.
7. J e f f r e y S.W., H u m p h r e y G.F. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls α , b , c_1 and c_2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. - Biochemie und Physiologie der Pflanzen, 1975, Bd 167, N 2, p. 191-195
8. R e p o r t o f S C O R-U N E S C O Working Group 17. Determination of photosynthetic pigments. - In: Monographs on oceanographic methodology 1, Paris, 1966, p. 9-19.
9. V o l l e n w e i d e r R.A. A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments. - IBP Handbook N 12, Oxford, 1974, 225 p.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 577.152.27.0,8

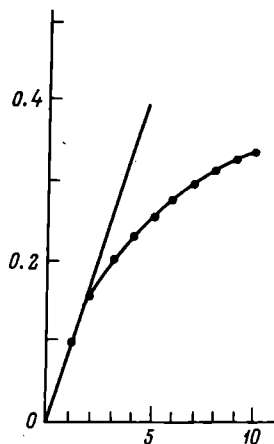
А.В. Г о н ч а р о в а

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ В ЧЕШУЕ РЫБ

Щелочная фосфатаза (3.1.3.1) относится к классу гидролаз к подклассу ферментов, гидролизующих сложные эфиры ортофосфорной кислоты. Паранитрофенилфосфат натрия в качестве субстрата для определения активности щелочной фосфатазы (АЩФ) впервые предложен Бессеем и др. [4]. Всесоюзным методическим центром в нашей стране этот метод рекомендован в качестве унифицированного для определения АЩФ в сыворотке крови [3]. В своих первоначальных исследованиях по изучению щелочной фосфатазы чешуи рыб мы также употребили этот субстрат [1]. Непосредственно для кинетического метода с применением колориметрической техники паранитрофенилфосфат использовал Фрейол [5]. Позднее Мэссод [7] и Хюбнер [6] разработали кинетический спектрофотометрический метод для щелочной фосфатазы сыворотки крови. Кинетический метод для изучения АЩФ в чешуе рыбинской плотвы нами разработан впервые.

Рис. 1. Кинетическая кривая ферментативной реакции при оптимальных условиях.

По оси ординат - концентрация паранитрофенола, μ моль; по оси абсцисс - время, мин.



Принцип метода заключается в следующем. Щелочная фосфатаза действует на паранитрофенилфосфат натрия при оптимальных условиях температуры, pH среды, концентрации субстрата с выделением паранитрофенола, дающего в щелочной среде желтое окрашивание. Его интенсивность регистрируется на ФЭК-56 или спектрофотометре СФ-16 через определенные интервалы времени. За активность фермента принимается начальная скорость реакции, она вычисляется графически по тангенсу угла наклона к оси абсцисс касательной, проведенной к кинетической кривой в начальный момент реакции (рис. 1). Активность энзима выражается в микромолях паранитрофенола, выделенного при гидролизе субстрата в течение 1 мин под воздействием фермента, содержащегося в 1 г чешуи. Пересчет осуществляется с помощью калибровочной кривой, для построения которой из рабочего стандартного раствора паранитрофенола готовится ряд разведений [3].

Для выделения щелочной фосфатазы навеска чешуи (1 г) помещается в коническую колбочку объемом 100 мл, в которую добавляется 10 мл 0.2%-го раствора детергента (тритона X-100). Серия таких колбочек устанавливается на определенное время в водяную качалку (90 об. в мин) с термостатирующим устройством. Затем содержимое колб фильтруется через бумажный фильтр в пробирки, помещенные в воду со льдом. Полученные экстракты используются для определения активности фермента.

Оптимальные условия экстрагирования фермента выявлялись в диапазоне 5-40° с интервалами 5 и 10°. При этом использованы 2 варианта времени - 15 и 30 мин. Оказалось, что при оптимальной температуре (40°) начальная скорость реакции одинакова как при экстрагировании фермента в течение 15, так и 30 мин, что указывает на полноту извлечения энзима уже через 15 мин.

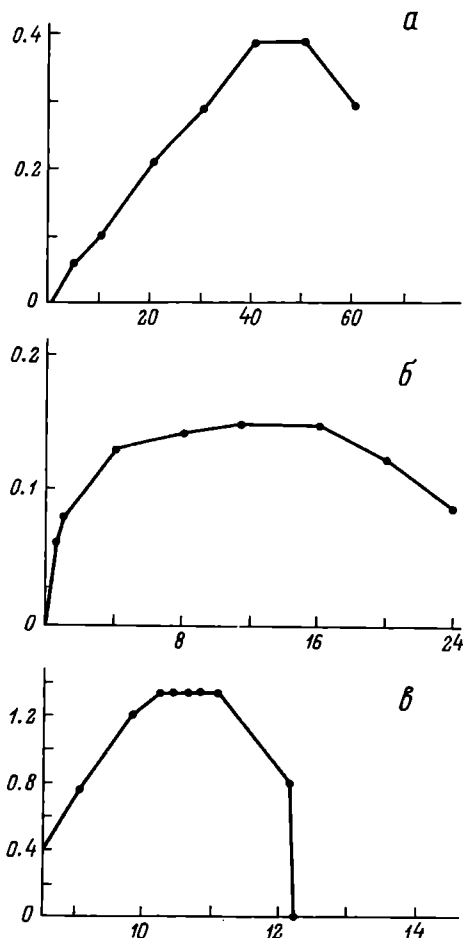


Рис. 2. Зависимость начальной скорости ферментативной реакции от температуры (а), концентрации субстрата (б), рН (в).

По оси ординат – начальная скорость реакции, μ моль/мин; по оси абсцисс – температура, $^{\circ}\text{C}$ (а), концентрация субстрата, μ моль/мл (б) и рН (в).

Кинетический метод определения АЩФ применим в условиях, когда активность фермента прямо пропорциональна объему анализируемого экстракта чешуи. Линейная зависимость этих показателей экспериментально проверена в диапазоне объемов экстракта от 0.5 до 11.5 мл. В тех случаях, когда линейность нарушается, экстракт разбавляется раствором детергентов.

Определялась кинетика реакции фермента в диапазоне температур 5–60° с интервалами 5–10° (рис. 2, а). До температуры 40° происходит увеличение скорости выделения паранитрофенола из субстрата, в области температур 40–50° она не изменяется, а при 60° наблюдается ее значительное снижение.

Скорость реакции энзима при концентрациях субстрата от 12.0 до 16.0 μ моль/мл максимальна и постоянна (рис. 2, б).

При различных значениях pH буферного раствора (от 8.5 до 12.2) оптимальные значения скорости реакции лежат в области pH от 10.2 до 11.0 (рис. 2, в). При этом стабильность фермента сохраняется до 4 ч.

Таким образом, для стандартных определений начальной скорости гидролиза паранитрофенилфосфата натрия ферментативным препаратом чешуи приняты следующие параметры: время экстрагирования 15 мин, температура экстрагирования и инкубации фермента 40°, концентрация субстрата 16 μ моль/мл, pH буферного раствора 10.5.

Для определения ферментативной активности устанавливается постоянная температура в термостатирующих устройствах для кювет, пробирок с растворами реагентов и экстракта чешуи [2]. В кювету ФЭКа или спектрофотометра помещаются пипеткой буферный (0.05M гликокол-NaOH, содержащий 0.0005M раствор хлористого магния), субстратный (0.015M раствор паранитрофенилфосфата натрия в 0.001n. соляной кислоте) растворы и экстракт чешуи в определенных соотношениях. Через каждые 30 с в течение 2–4 мин измеряется оптическая плотность при длине волны 400–420 нм. Измерение сопоставляется с контролем, содержащим те же реагенты, кроме исследуемого экстракта чешуи.

Кинетический метод в сравнении с ранее предлагаемым [1] требует меньших затрат реактивов и времени: экстрагирование достигается в течение 15 мин вместо 30 за счет подбора оптимальной температуры, а инкубация фермента с субстратом – за 2 мин вместо 30, поскольку определяется начальная скорость реакции. Кинетический метод более прост, точен, удобен. С применением спектрофотометра и приставки с самописцем возможна автоматизация определений.

Л и т е р а т у р а

1. Гончарова А.В. К методике определения активности щелочной фосфатазы чешуи рыб. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1978, № 40, с. 71–74.
2. Гончарова А.В. Термостатирующее устройство для ферментативных реакций. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1978, № 42, с. 71–75.
3. Делекторская Л.Н. Определение активности щелочной фосфатазы в сыворотке крови по гидролизу паранитрофенилфосфата. – Лабор. дело, 1974, № 4, с. 253–254.

4. B e s s e y R., L o w r y O., B r o c k M.
A Method for the rapid determination of alkaline
phosphatase with five cubic millimeters of serum. -
J. Biol. Chem., 1947, vol. 164, p. 321-329.
5. F r a j o l a W.J., W i l l i a m s R.D.,
A u s t a d R.A. The kinetic spectrophotometric
assay for serum alkaline phosphatase. - Amer. J.
Clin. Path., 1965, vol. 43, p. 261-264.
6. H ü b n e r G. Kinetische Aktivitätsbestimmung
der alkalischen Phosphatase. - Zbl. Pharm. Phar-
makother und Laboratoriumsdiagn., 1975, Bd 114,
H. 8, S. 805-814.
7. M a s s o d M o r y H., W e r n e r K e n t R.,
S a n d r a L., M e G u i r e B.A. Kinetic
Determination of serum Alkaline Phosphatase Acti-
vity. - Amer. J. Clin. Pathol., 1970, vol. 54, N 1,
p. 110-117.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.555.6.08

В.В. З а к о н н о в

К МЕТОДИКЕ МЕХАНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

При подготовке проб пресноводных донных отложений к механическому анализу рекомендуется кипятить их в течение 3ч для полной дезагрегации частиц [2]. Некоторые исследователи сокращают время кипячения до 30 мин, считая его достаточным для устранения механического сцепления между частицами для лучшего сохранения их „природных“ размеров [1]. Если предполагается исследование химического состава выделяемых фракций, то кипячение не проводится совсем [4]. В этом случае встает вопрос о величине погрешностей в механическом составе отложений, определенном без предварительного кипячения пробы.

Для выяснения влияния кипячения на результаты механического анализа илистых донных отложений проведены две серии определений их механического состава. Из колонки тщательно перемешанного илистого грунта, взятой в предплотинной части Ивановского водохранилища, бралось 18 навесок по 4 г каждая. Первые 9 проб подготавливались по методике В.П. Курдина [1]: проба отложений замачивалась на 2-3 суток дистиллированной водой, оставшиеся комочки грунта раздавливались кисточкой, затем проводилось 30-ми-

Влияние 30-минутного кипячения на результаты механического анализа донных отложений

Размер фракций, мм	Содержание фракций, % от веса пробы										Критерий Стьюдента t
	кипяченная					некипяченная					
	пределы колебаний	среднее из 9 анализов	стандартная ошибка среднего		пределы колебаний	среднее из 9 анализов	стандартная ошибка среднего				
			% от веса пробы	% от среднего			% от веса пробы	% от среднего			
0.5-0.2	0.3-1.0	0.6	0.1	17	0.3-1.3	0.6	0.1	17	0		
0.2-0.1	2.3-5.0	3.5	0.3	9	2.5-4.0	3.4	0.2	6	0.31		
0.1-0.05	16.5-25.8	21.5	1.0	5	19.9-31.5	27.4	1.2	4	3.78		
0.05-0.01	31.5-40.0	36.6	0.9	2	31.3-41.3	35.0	1.1	3	1.12		
0.01-0.005	21.8-29.6	24.6	0.8	3	17.9-25.6	22.3	0.8	4	2.09		
0.005-0.001	6.8-12.8	9.6	0.6	6	5.8-10.0	8.2	0.4	5	2.00		
<0.001	1.5-7.0	3.6	0.5	14	1.3-5.8	3.1	0.6	19	0.63		

Примечание. Условие значимости различий: при $t \leq t_{05}$ - различия незначимы, $t_{05} = 2.12$; при $t > t_{01}$ - различия значимы, $t_{01} = 2.92$ [3].

нутное кипячение. Подготовка второй серии из 9 проб была такой же, за исключением кипячения. Механический анализ проводился методом **отмучивание-фракциометр-пидетка**.

Расхождение между суммой фракций пробы и количеством сухого вещества в среднем для всех анализов составляет 2,3%, с экстремальными значениями - 0,6-4,1%, что вполне допустимо [2]. По „Наставлению“ [2], полученная разность прибавлялась к фракции <0,01 мм.

Представленное в таблице среднее процентное содержание фракций в пробах обеих серий оказалось очень сходно. Разность между средними содержаниями фракций в кипяченных и некипяченных пробах колеблется от 0 до 5,9%, что составляет 0-22% от их значения в некипяченной пробе. Стандартные ошибки среднего, определяющиеся естественной неоднородностью распределения частиц грунта, в первой серии определений колебались от 2 до 17%, во второй - от 3 до 19%. Таким образом, ошибка гранулометрического анализа, определяемая способом предварительной подготовки пробы, почти не выходит за пределы статистической ошибки. Для проверки значимости различий средних показателей содержания фракций, полученных в двух сериях анализов, использовался критерий Стьюдента [3]. Различия между средними оказались значимы только для фракции 0,1-0,05 мм, для всех остальных фракций различия незначимы (см. таблицу).

Полученные результаты свидетельствуют, что 30-минутное кипячение пробы не влияет существенно на результаты гранулометрического анализа илистых отложений. Исключение этой процедуры из **предварительной** подготовки пробы к анализу позволяет избежать искажений в химическом составе отложений и использовать выделенные фракции для определения в них биогенных элементов.

Л и т е р а т у р а

1. К у р д и н В.П. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. - Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, вып. 1 (4), с. 25-37.
2. Н а с т а в л е н и е гидрометеорологическим станциям и постам. Л., 1957, вып. 6, ч. I. 400 с.
3. У р б а х В.Ю. Биометрические методы. М., 1964, 415 с.
4. H w a n g C.P., H u a n g P.M., L a s k i e T.H. Phosphorus distribution in blackstrap lake sediments. - J. Water Pollution Control. Federation, 1975, vol. 47, N 5, p. 1081-1085.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

19 января 1979 г. советская биологическая наука понесла тяжелую утрату. На 69-м году жизни скончался известный советский ученый, продолжатель идей В.И. Вернадского, Н.К. Кольцова, А.С. Серебровского, И.Н. Шмальгаузена, доктор биологических наук, профессор Михаил Михайлович Камшилов.

Вся жизнь Михаила Михайловича Камшилова была ярким примером беззаветного служения науке, щедрого общения с молодежью.

Любовь к биологии проявилась у него еще в детские годы, когда, будучи пионером, он руководил кружком юннатов в школе.

Окончив в 20-летнем возрасте Биологическое отделение физико-математического факультета МГУ по специальности „генетика животных“, Михаил Михайлович начал свою трудовую деятельность в 1931 г. лаборантом в Биологическом институте им. Тимирязева и в 1935 г. ему была присвоена степень кандидата биологических наук.

Затем М.М. Камшилов работал старшим научным сотрудником Института эволюционной морфологии им. академика А.Н. Северцева.

До начала Великой Отечественной войны им была подготовлена рукопись докторской диссертации.

С первых дней войны Михаил Михайлович ушел добровольцем на фронт. В 1946 г. он успешно защищает докторскую диссертацию на тему „Первичная дивергенция норм реагирования в зависимости от условий развития“ и продолжает работать в Институте эволюционной морфологии в должности заведующего лабораторией феногенеза. За период 1931–1948 гг. Михаил Михайлович опубликовал 30 научных работ по генетике, внесших значительный вклад в развитие этой науки.

С 1949 г. М.М. Камшилов работал в Мурманском морском биологическом институте сначала старшим научным сотрудником, а с 1953 г. директором. Фактически он был организатором этого учреждения, добивших преобразования Мурманской биологической станции в институт, который быстро занял видное место среди других биологических институтов страны. В эти годы было организовано издание трудов Мурманского морского биологического института. За время работы в Дальних Зеленцах, несмотря на большую административную загруженность, М.М. Камшилов продолжал заниматься научной деятельностью. За эти годы им было опубликовано 50 работ по результатам экспедиционных и лабораторных исследований. Разносторонние интересы Михаила Михайловича способствовали быстрому становлению его как гидробиолога, биолога широкого кругозора. В последних работах этого и последующего периодов М.М. Камшилов рассматривал проблемы эволюции, сущности жизни и круговорота органического вещества. Данное направление получило свое развитие в Институте биологии внутренних вод АН СССР, где он создал и заведовал до конца своей жизни лабораторией биологии низших организмов.

Будучи большим ученым, М.М. Камшилов щедро делился знаниями со своими учениками. За годы работы в ИБВВ АН СССР под

его руководством были выполнены и защищены 13 кандидатских диссертаций по гидробиологии, зоологии беспозвоночных, микробиологии и физиологии растений. Под редакцией М.М. Камшилова вышло 6 сборников трудов сотрудников его лаборатории. Интерес к глобальным проблемам позволил ему направить работу молодых сотрудников различных специальностей, объединить их единой общепрограммической идеей.

М.М. Камшилов обладал бесценным даром человечности и доброты, сочетая эти качества с высокой научной принципиальностью.

Его обобщающие работы по проблемам естествознания всегда вызывали живой интерес не только у специалистов-биологов, но и у людей, не связанных с биологией. Философское рассмотрение биологических вопросов поставило М.М. Камшилова в передовые ряды современных биологов. Он был постоянным участником философских семинаров „За круглым столом“, организуемых редакцией журнала „Вопросы философии“. Основные положения, касающиеся эволюции биосферы, ноогенеза, проблем сущности жизни рассматриваются в книгах, брошюрах, обобщающих работах М.М. Камшилова.

Большой заслугой М.М. Камшилова перед естествознанием и мировой наукой в целом останется разработанная им концепция эволюции биосферы, в которой дан творческий синтез дарвинизма и учения Вернадского.

Ощутимый вклад Михаил Михайлович внес в разработку проблемы охраны окружающей среды. Значительная часть его работ по этому вопросу посвящена, в частности, охране водоемов. Практически деятельность М.М. Камшилова по вопросу охраны окружающей среды выразилась в его активном участии в комиссиях: Комиссия по разработке проблем охраны природных вод АН СССР; Ихтиологическая комиссия; Комиссия по доработке генеральной концепции охраны вод (ГКОВ); Межведомственный научно-технический совет по комплексным проблемам охраны окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов (при ГКНТ Совета Министров СССР).

Знания ученого-энциклопедиста, шагающего в ногу с последними исследованиями во всех отраслях биологической науки, снискали ему авторитет и уважение не только в Советском Союзе, но и за рубежом. Его книги были переведены на немецкий и английский языки, что способствовало широкой популярности его идей. Михаил Михайлович Камшилов постоянно поддерживал связи с учеными зарубежных стран, о чем свидетельствуют многочисленные приглашения на симпозиумы и совещания в различные страны и предложения об участии в совместных научных изданиях.

Человек высокой культуры, М.М. Камшилов выполнял большую общественную работу, относясь к ней с величайшей добросовестностью и ответственностью, с большим уважением к людям.

Ушел из жизни ученый, полный творческих планов. Светлую память о Михаиле Михайловиче Камшилове сохранит каждый, знавший его.

ИНФОРМАЦИИ

Научно-координационное совещание по проблемам рыбопропуска и рыбозащиты (Л.К. Малинин)	3
---	---

СООБЩЕНИЯ

Л.А. Гамидова, Э.Г. Добрынин. Микрофлора тер- мальных источников Дагестана	5
Л.Е. Сигарева. Некоторые данные об изменениях концент- раций пигментов фитопланктона и pH среды в склянках при из- мерении фотосинтеза	8
Ш.Г. Полихроньев. Некоторые предварительные данные по питанию <i>Keratella quadrata</i> (Müller) u <i>Euchlanis</i> <i>dilatata</i> (Ehrenb.) (Rotatoria)	12
И.А. Скальская. Влияние полихлорпинена на развитие зоо- перифитона на стеклах в экспериментальных садках	16
П.В. Тузовский. О лировидных органах водяных клещей рода <i>Feltria</i> (Feltriidae, Acariformes)	17
С.М. Ляхов, Е.Я. Андросова, А.В. Иватид, А.Ф. Тимохина, С.И. Третьякова. Гидробиоло- гический режим Куйбышевского водохранилища в 1975 г.	22
Т.С. Житенев. Питание леща на разных биотопах Рыбин- ского водохранилища. I.	26
В.И. Кияшко. Особенности роста ерша в Рыбинском водохра- нилище	31
А.В. Попов. Фракционный состав сывороточных белков двух популяций северокаспийской севрюги	34
М.М. Сметанин. О сопоставлении некоторых показателей относительной скорости роста рыб	38
В.И. Козловская, Н.С. Новичкова. Влияние хлорофоса и полихлорпинена на эстеразы карбоновых кислот сыворотки крови карпа	42
Э.Г. Добрынин, Л.А. Гамидова. Характеристика круговорота органического вещества в соленом оз. Турали	46
Ю.В. Ларионов, Б.А. Скопинцев. Перманганатная и бихроматная окисляемость органического вещества взвесей водоемов разной степени трофности	49
Ю.М. Лебедев. О связи между перманганатной окисле- мостью и цветностью воды рек и озер, расположенных в зоне вечной мерзлоты	54

	Стр.
В.Е. Синельников, Ю.В. Ершов, Т.Б. Липи- ров. К характеристике гидрофобного органического вещества вод на примере Иваньковского водохранилища	56
И.П. Шамардина. О первичной продукции и деструкции органического вещества в верховьях Волги	60
В.И. Романенко, М. Перес Ейрис, М.А. Пу- биенес. Капельный метод определения скорости потребле- ния микроорганизмами органических соединений в воде	64
Н.М. Минеева. К методике расчета концентрации хлоро- филлов	67
А.В. Гончарова. Метод определения активности щелочной фосфатазы в чешуе рыб	70
В.В. Законнов. К методике механического анализа донных отложений	74
Некролог	77

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 46

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л.М. Маковская

Технический редактор Е.В. Поликтова

Корректор Г.М. Алымова

ИБ № 9081

Подписано к печати 11.01.80. М-20712. Формат 60х90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Печ.л. 5.00 = 5.00 усл. печ. л. Уч.-изд. л.
5.04. Тираж 1000. Изд. № 7656. Тип. зак. № 1092. Цена 75 к.

Издательство „Наука“, Ленинградское отделение
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская л., 1

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