

06

ИБВВ

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

89

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
№ 89



ЛЕНИНГРАД
„НАУКА“
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1990

Academy of Sciences of the USSR

I.D.Papanin Institute of Biology of Inland Waters
Scientific Council for problems of hydrobiology,
ichthyology and utilization of biological
resources of waterbodies

Biology of Inland Waters
Information Bulletin
N 89

УДК 574.5(28)

В бюллетень включены краткие сообщения по альгологии, высшей водной растительности, зоопланктону и зообентосу, ихтиологии, токсикологии, охватывающие широкий спектр жизнедеятельности водных организмов различных регионов Советского Союза. Представлены сведения по систематике, биологии, экологии, биохимии различных видов гидробионтов.

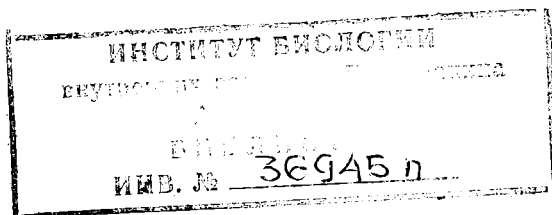
Для гидроэкологов и специалистов смежных дисциплин.

Ответственный редактор

Э.С.БИКБУЛАТОВ

Рецензенты:

Б.А.ФЛЕРОВ, И.М.РАСПОПОВ



Б 1903040100-722 483-91, I полугодие
042(02)-91

© Институт биологии
внутренних вод АН СССР

С.И.Генкал, Г.И.Половская

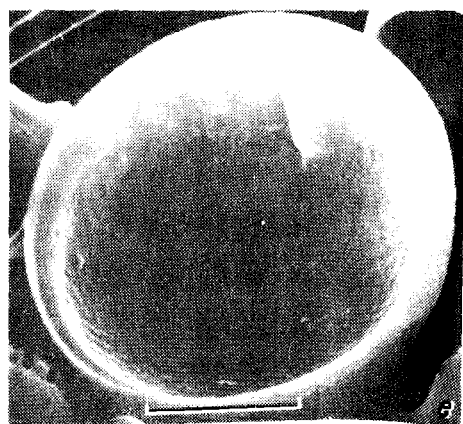
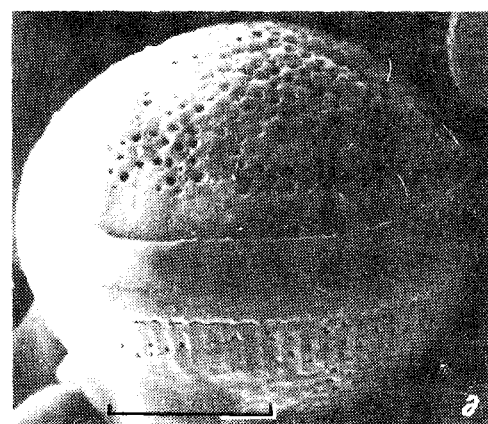
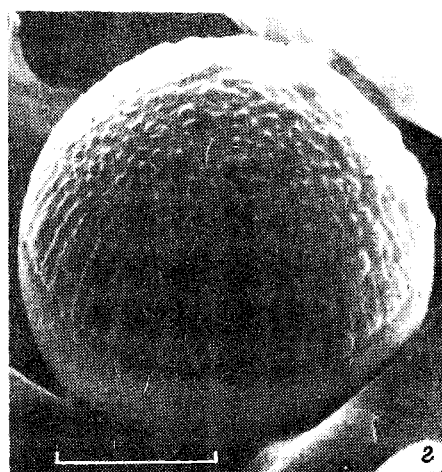
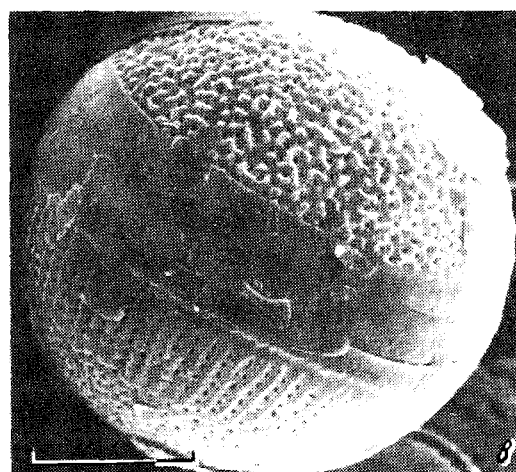
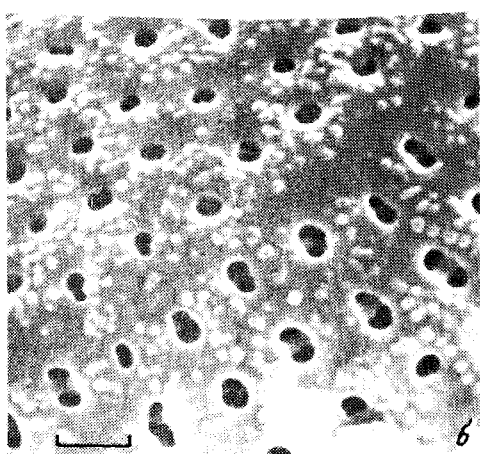
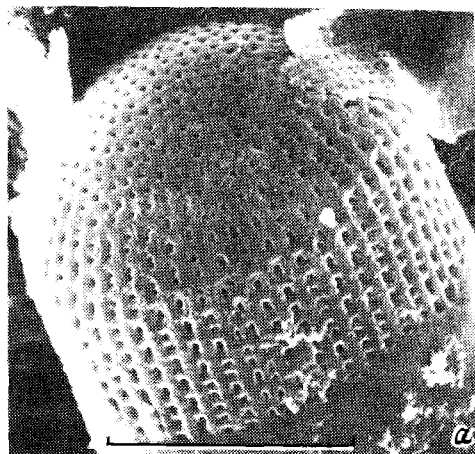
**ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ СПОР И АУКСОСПОР
И БИОЛОГИИ *AULACOSIRA ISLANDICA*
(*BACILLARIOPHYTA*)**

Морфология панциря вегетативных клеток *Aulacosira islandica* (O.Müll.) Sim. к настоящему времени хорошо изучена, менее исследованы споры и ауксоспоры.

Материалом исследований послужили собранные весной 1979 и 1984 гг. в южном и среднем Байкале пробы фитопланктона, в которых присутствовали как споры, так и ауксоспоры *A.islandica*. Морфологические особенности этих важнейших жизненных стадий изучались с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ).

Известно, что образование спор у диатомовых наблюдается после периода интенсивной вегетации в планктоне или при наступлении неблагоприятных условий. Уже в световом микроскопе можно видеть, что споры отличаются от вегетативных клеток более толстой оболочкой, более грубой структурой (хотя количество структурных элементов обычно одинаково у тех и других) и выпуклой поверхностью створки [4]. На микрофотографиях плохо сохранившихся спор ископаемых диатомей р.Камы отсутствуют шипы, характерные для вегетативных клеток [2]. В СЭМ у спор отчетливо видна структура ареол поверхности и загиба створки (см. рисунок, а, б). Ареолы закрыты велумом типа рота. Образование спор у *A.islandica* в Байкале, по нашим данным, может проходить одновременно у нитей разного диаметра. В каждой нити наблюдается от 1 до 10 и более спор. Диаметр их изменяется от 5 до 25 мкм.

Ауксоспорообразование сопровождается половым процессом и рассматривается как стадия омоложения вегетативной клетки. В результате последовательного расширения протопласта ауксоспоры центральных диатомей образуют 2 створки, которые было предложено называть инициальными [5]. Морфологические особенности последних известны у ряда представителей рода *Melosira* [5]. Инициальные створки *A.islandica* имеют полусферическую форму (см. рисунок, в-е). Структура створки и ее загиба сходна с таковой вегетативной клетки [1]. На микрофотографиях створки полностью (см. рисунок, з) или частично



Электронные микрофотографии *Aulacosira islandica* O.Müll. (СЭМ).

а, б — споры, в-е — инициальные створки. Масштаб соответствует 1 мкм (б) и 10 мкм (а, в-е).

(см. рисунок, в, д) закрыты стенкой ауксоспоры. С внутренней стороны хорошо заметна кольцевидная дифрагма (см. рисунок, е). Диаметр инициальных створок варьирует от 25 до 33 мкм.

В Байкале максимальное развитие *A. islandica* наблюдается в подледный период или сразу после вскрытия озера ото льда. Как и другим видам байкальского фитопланктона, *A. islandica* свойствен большой диапазон межгодовой изменчивости. В одни годы ее количество не превышает 50–100 тыс. кл./л, в другие — измеряется миллионами клеток в литре. Особенно высокая численность *A. islandica* наблюдалась в 70-е годы. Так, в 1979 г. в южном Байкале ее массовое развитие отмечалось уже в феврале — до 400–600 тыс. кл./л. Максимального развития данный вид достиг в марте–апреле — 1–7 млн кл./л. Такие же высокие концентрации *A. islandica* наблюдались и после вскрытия озера ото льда в мае [3].

В подледный период во время массового развития *A. islandica* споры обычно встречаются единично, ауксоспоры, напротив, регистрируются весьма часто. После вскрытия озера ото льда сразу же происходит массовое образование спор. В мае–июне в пелагиали озера нам удавалось наблюдать нити *A. islandica*, на концах которых были ауксоспоры, а внутри клеток — споры. Одной из возможных причин массового спорообразования может быть резкое увеличение светового потока после освобождения озера ото льда.

Способность образования спор у *Aulacosira* — явление, весьма редкое среди представителей этого рода, в том числе и среди *A. islandica*, широко распространенной в водоемах различного типа. В отличие от грубопанцирной *A. baicalensis*, панцирь *A. islandica* в Байкале очень нежный и тонкий и створки ее могут подвергаться растворению в толще воды. Споры *A. islandica* в Байкале, напротив, толстостенные, с плотным кремниевым панцирем. Успешно пройдя более чем километровую толщу байкальских вод, они в большом количестве встречаются в донных осадках даже на самых больших глубинах.

Литература

1. Генкал С.И., Балонов И.М., Корнева Л.Г. Морфология и таксономия *Melosira islandica* O.Müll. (*Bacillariophyta*) // Биология внутренних вод: Информ.бюл. Л., 1986. № 72.

2. Лосева Э.И. Атлас позднеплиоценовых диатомей Прикамья. Л., 1982.
3. Поповская Г.И. Фитопланктон глубочайшего озера мира // Морской и пресноводный планктон. Л., 1987. Т.172.
4. Скабичевский А.П. Планктонные диатомовые водоросли пресных вод СССР. М., 1960.
5. Grawford R.M. The frustule of the initial cells of some species of the diatom genus *Melosira* C.Agardh // *Nova Hedwigia*. 1975. Beih.53.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д.Папанина АН СССР
Лимнологический институт СО АН СССР

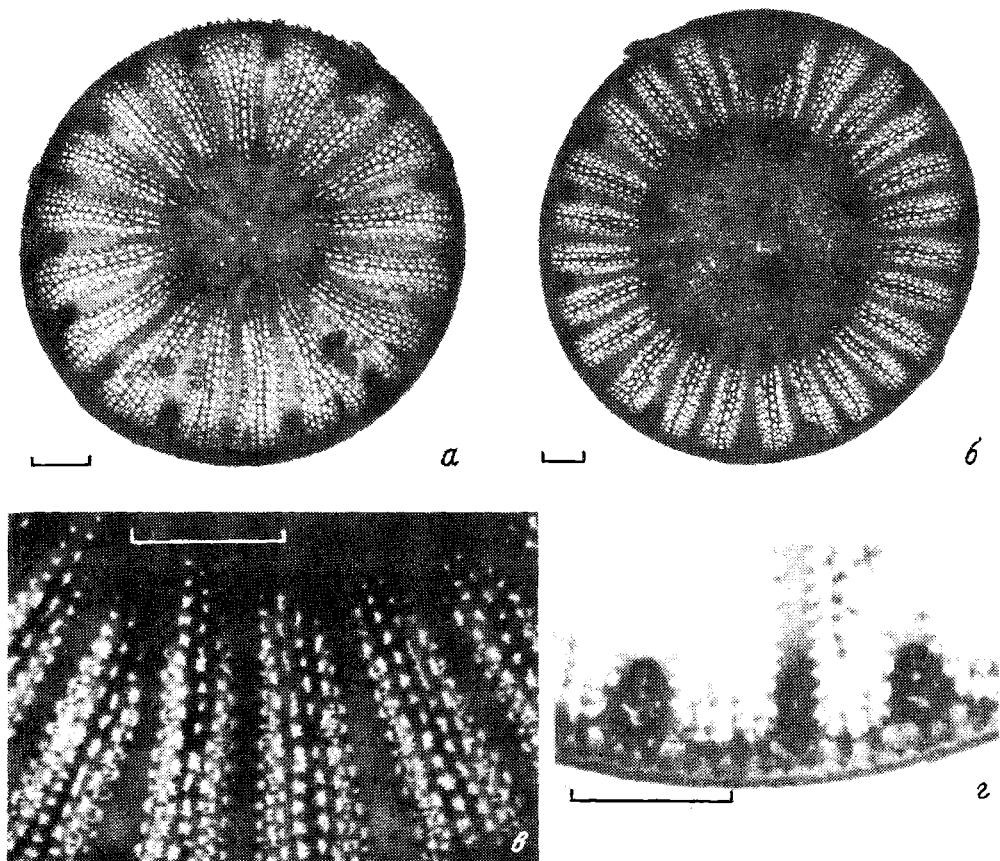
УДК 582.26 + 581.9

С.И.Генкал

**ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ПАНЦИРЯ
НОВОГО ДЛЯ ФЛОРЫ СССР
ПРЕДСТАВИТЕЛЯ РОДА
CYCLOTELLA (BACILLARIOPHYTA)**

Cyclotella meduanae Germ. была описана по данным световой и трансмиссионной электронной микроскопии [2]. Позднее морфология панциря этого вида изучалась и в сканирующем электронном микроскопе [3]. По общему абрису створки водоросль сходна с *C.meneghiniana* Kütz. (см.рисунок). Именно к этому таксону мы и относили ранее *C.meduanae* [1]. Последняя в отличие от *C.meneghiniana* имеет меньший диаметр панциря, плоскую поверхность створки, в центральной части которой отсутствует вырост с опорами. Как показали наши наблюдения, основные структурные элементы створки проявляют значительно большую изменчивость, чем было указано в публикациях (табл.1).

Нами изучался материал только из пресных водоемов (табл.2), однако по литературным данным, *C.meduanae* встречается и в солоноватоводных [3]. По экологии она, вероятно, близка к *C.meneghiniana*.



Электронные микрофотографии *Cyclotella meduanae* (ТЭМ).

а, б — створки, в — строение альвеол, г — краевые выросты с опорами и щелевидный вырост. Масштаб соответствует 1 мкм.

Таблица 1
Диапазоны изменчивости элементов створки у *Cyclotella meduanae*

Диаметр, мкм	Число штрихов в 10 мкм	Краевые выросты с опорами	Литературный источник
5-7	12-17	—	[2]
5-7	13-16	На каждом 2-3-м ребре	[3]
6.4-9.4	10-13	На каждом ребре или через одно	Наши исследования

Местонахождение *Cyclotella meduanae*
в водоемах СССР*

Водоем	Месяц и год сбора	Коллектор
Водохранилища Волги:		
Иваньковское	VI 1975	Генкал С.И.
Чебоксарское	IX 1970, 1978**	Охапкин А.Г.
Куйбышевское	VII 1975	Генкал С.И.
Саратовское	VI 1970	Кузьмин Г.В.
Волгоградское	X 1970	Кузьмин Г.В.
Низовье Волги	VII 1969	Кузьмин Г.В.
	VIII 1972	
Киевское водохранилище	VI 1987**	Щербак В.И.
Реки:		
Иркут	VII 1987	Кобанова Г.И.
Обь	VIII-IX 1981-1983	Семенова Л.А.
Дунай	1976, 1986	Иванов А.И.

*Выражаю искреннюю признательность коллегам за предоставленные материалы.

**Отмечено массовое развитие водоросли.

Литература

1. Генкал С.И. Морфология и таксономия некоторых видов диатомовых водорослей рода *Cyclotella* Kütz. // Фауна и биология пресноводных организмов. Л., 1987.
2. Germain H. Flore des Diatomees eaux douces et saumâtres. Paris, 1981.
3. Nagumo T., Kobayashi H. Fine structure of three freshwater and brackish water species of the genus *Cyclotella* (Bacillariophyceae) *C. atomus*, *C. caspia* and *C. meduanae* // Bull. Plankton Soc. Jap. 1985. Vol.32, N 2.

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

В. А. Елизарова

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА
ВЛИЯНИЯ СТОКОВ г. ЧЕРЕПОВЦА
НА ФИТОПЛАНКТОН РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

В Шекснинском плёсе Рыбинского водохранилища, куда сбрасываются сточные воды г. Череповца, биомасса планктонных водорослей значительно выше, чем в сопредельных Главном плёсе и Шекснинском водохранилище. Это обнаружилось еще в начале 60-х годов [4] после ввода в строй (1955 г.) Череповецкого металлургического комбината. С тех пор в плёсе произошли структурные преобразования фитопланктонного сообщества при практически неизменной общей его биомассе [3]. В задачу настоящего исследования входило выяснение потенциального влияния стоков на развитие фитопланктона.

Пробы сточных вод отбирали из 2-метрового придонного слоя 14 мая, 1 июля и 16 сентября 1988 г. вблизи их глубинного выпуска на старом русле р. Шексны против устья р. Кошты. Эти пробы пропускали последовательно через мембранные фильтры № 5 и № 6 и до опытов хранили в холодильнике. Опыты проводили 20 мая, 19 июля и 23 сентября с естественным фитопланктоном, освобожденным от крупного зоопланктона (фильтрация через мельничный газ № 39), со стандартной станции „Коприно“ Волжского плёса, а также с культурами из коллекции водорослей Рыбинского водохранилища, предварительно адаптированными к вегетации в природной воде. Культуры подбирали с учетом руководящей группы фитопланктона в период проведения опыта.

Условия экспериментов приближались к естественным. Опытный материал в прозрачных плексигласовых цилиндрах (3 повторности) объемом 1.4 л экспонировали в прибрежье с высокой ветровой активностью на глубине 0.25 м. В мае сточную воду добавляли к натуральной (содержащей фитопланктон) в отношении 1 : 1000 и 1 : 100, в июле и сентябре — 1 : 100 и 1 : 10; контролем служил вариант опыта без добавки. Тест-культуру вносили в стерилизованную в аппарате Коха природную воду из прибрежья Волжского плёса (контроль), в неразбавленную сточную воду и разбавленную стерильной природной водой в отноше-

нии 1 : 100 — в мае и 1 : 10 — в июле и сентябре.

В начале и конце опыта (через 3 сут) определяли качественный и количественный состав фитопланктона, содержание хлорофилла „а“ и продуктов его распада — феопигментов (стандартный спектрофотометрический метод), а также плотность культуры.

В мае контрольный фитопланктон почти целиком составляли диатомовые (95 % от общей численности) с монодоминантом *Stephanodiscus hantzschii* Grun., в июле — цианобактерии (98 % от общей численности) с превалированием *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, в сентябре — цианобактерии и диатомовые (соответственно 80 и 18 % от общей численности) с руководящим комплексом в составе *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *Melosira italica* (Ehr.) Kütz., *Skeletonema subsalsum* (A.Cl.) Bethge.

Для весеннего и осеннего экспериментов в качестве тестовой была взята культура диатомеи *Skeletonema subsalsum*, для летнего — цианобактерии *Anabaena spiroides* Kleb.

Весенний (май) фитопланктон практически не реагировал на внесение сточной воды в малой концентрации (1 : 1000); при большей концентрации стоков (1 : 100) увеличивалась численность как всего сообщества, так и группы диатомовых:

Численность, млн кл./л:	Концентрация стоков		
	Контроль	1:1000	1:100
общая	31.9	32.2	48.4
диатомовых	30.9	31.5	46.8
Хлорофилл, мкг/л	50.4	49.5	60.4

Подавляющая часть прироста клеток в контроле и вариантах приходилась на долю *Stephanodiscus hantzschii*. Концентрация хлорофилла менялась аналогичным образом, но в меньшей степени. Весной сточная вода, причем даже неразбавленная, ускоряла рост и численность тест-культуры, млн кл./л:

	Начало опыта	Конец опыта
Контроль	3.22	3.80
Неразбавленная сточная вода	1.43	2.26
С добавкой сточной воды	1.72	2.73

Стимулирующий эффект обусловлен скорее всего высоким содержанием в сточной воде биогенных элементов (особенно фосфора), которое, по данным гидрохимической лаборатории, превышает 100 мкг/л. Это в 2–5 раз превосходит потребность в нем имеющегося в опытных сосудах количества фитопланктона [5]. В Волжском же плесе весной фосфор лимитирует развитие водорослей [2].

Между скоростью роста и численностью популяции существует обратная зависимость, связанная с ухудшением физиологического состояния популяции в ходе нарастания плотности, и, следовательно, ее старения [1]. Однако меньшая по сравнению с контролем исходная численность тест-культуры в сосудах со сточной водой, по нашему мнению, не определяла установленного ускорения роста. В эксперименте все популяции стартовали с одного и того же активного состояния, поскольку приготавливались из одной суспензии.

В июле фитопланктон откликался на добавку сточной воды (особенно более высокой дозы) увеличением численности и концентрации хлорофилла:

Концентрация стоков
Контроль 1:100 1:10

Численность, млн кл./л:

общая	96.3	124	229
цианобактерий	89.7	119	215
Хлорофилл, мкг/л	69.5	80.0	82.3

Основной вклад в прирост клеток вносила *Anabaena spiroides*, сменившая *Aphanizomenon flos-aquae* во всех опытных сосудах (включая контрольные), и, судя по микроскопической картине, имевшая хорошее общее состояние. Смена доминанта — не „скляночный“ эффект. Она происходила и в водоеме, хотя *Aphanizomenon flos-aquae* присутствовал там все еще в заметном количестве. В опытных емкостях его нити встречались единично, причем только в контроле и к тому же в деградированном виде — с гранулированными клетками. Массовая гибель данного организма в контроле сопровождалась увеличением относительного содержания феопигментов с 40 до 50 %. В остальных случаях этот показатель даже снизился на 10–15 %. Часть дериватов могла превратиться в более разрушенные формы, не определяемые стандартным методом.

Реакция тест-культуры *Anabaena spiroides* подтверждает положительное воздействие испытуемой воды на скорость роста цианобактерий, млн кл./л:

	Начало опыта	Конец опыта
Контроль	1.71	2.73
Неразбавленная сточная вода	6.45	35.1
С добавкой сточной воды	11.8	30.4

В сентябре в присутствии сточной воды увеличивалась и общая численность фитопланктона, и численность доминирующих групп:

	Концентрация стоков		
	Контроль	1:100	1:10
Численность, млн кл./л:			
общая	2.28	2.83	3.10
цианобактерий	1.00	1.38	1.35
диатомовых	1.05	1.28	1.35
Хлорофилл, мкг/л	2.78	3.04	2.96

Но физиологическое состояние фитопланктона под влиянием сточной воды ухудшилось, о чем свидетельствует 3-кратное увеличение относительного содержания феопигментов. Наибольший прирост давали *Melosira italica* и *Aphanizomenon flos-aquae*. При этом стимулировалось развитие *Skeletonema subsalsum*: если в контроле численность последней к концу экспозиции достигала 100 тыс. кл./л, то в вариантах с добавками испытуемой сточной воды — 154 и 185 тыс.кл./л. Между тем неразбавленная сточная вода в качестве среды оказалась менее благоприятной для тест-культуры *S.subsalsum*, что подтверждается нижеприведенными данными по ее численности, млн кл./л:

	Начало опыта	Конец опыта
Контроль	0.53	1.17
Неразбавленная сточная вода	1.42	1.47
С добавкой сточной воды	0.91	1.20

Таким образом, способность сильно разбавленных стоков г.Череповца стимулировать рост фитопланктона (в первую очередь доминирующих видов) на разных

этапах его сезонного цикла представляет потенциальную опасность в экологическом плане, так как грозит повышением трофии водохранилища со всеми вытекающими из этого негативными последствиями.

Литература

1. Елизарова В.А. Скорости деления планктонных водорослей в прибрежье Рыбинского водохранилища // Биологическая продуктивность и качество воды Волги и ее водохранилищ. М., 1984.
2. Елизарова В.А. Интенсивность роста фитопланктона в Рыбинском водохранилище в связи с небольшими добавками фосфора и азота // Флора и продуктивность пелагических и литоральных фитоценозов водоемов бассейна Волги. Л., 1990.
3. Корнева Л.Г. Сравнительный анализ структуры и динамики фитопланктона Главного и Шекснинского плёсов Рыбинского водохранилища // Структура и функционирование пресноводных экосистем. Л., 1988.
4. Кузьмин Г.В., Елизарова В.А. Фитопланктон Шекснинского плёса Рыбинского водохранилища в 1963–1965 гг. // Микрофлора, фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 1967.
5. Kuhl A. Phosphorus. Oxford, 1974.

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

УДК 582.547.2 + 581.28

Г.А.Лукина

РОСТ И ПРИЖИЗНЕННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ АМИНОКИСЛОТ *SPIRODELA POLYRRHIZA* (L.) SCHLEID.

Нормальная жизнедеятельность растений сопровождается выделением в окружающую среду заметных количеств органического вещества. Экзометаболиты высших водных растений могут составлять до 10 % от фотосинтетического углерода [7]. У морских макрофитов недоучет продукции за счет прижизненной экскреции может быть значительно выше [3]. В состав метаболитов входят многие классы органических ве-

ществ, в том числе и аминокислоты (АК), которые в качестве энергетического и конструкционного материала используются другими организмами и играют важную роль в функционировании природных экосистем.

При анализе выделения растворенных органических веществ особое внимание должно быть уделено кинетическому описанию процесса, в частности определению абсолютных и удельных скоростей роста, и поиску связей этих показателей с выделением тех же веществ. Отсутствие необходимого объема надежных данных такого рода затрудняет исследование как биологии отдельных видов, так и сообществ организмов и экосистем в целом.

Настоящая работа посвящена выяснению связи между биомассой и плотностью популяции довольно распространённого вида рясковых и скоростью прижизненного выделения аминокислот. Объектом исследования был многокоренник обыкновенный *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid. — поверхностно плавающее растение семейства рясковых, которое обладает высокой скоростью вегетативного размножения. Хорошо разработанная техника культивирования обуславливает его использование в качестве модельного растительного организма для изучения различных физиологических процессов.

Для 2 вариантов опыта с разной плотностью засева (49.2 и 115 мг/дм²) отбирали одинаковые растения многокоренника по 2 листочка в каждом и выращивали на минеральной среде Пирсона—Зейдель [6]. Аминокислоты определяли в культуральной среде методом бумажной хроматографии [4,5]. Массу культуры многокоренника в каждый момент времени рассчитывали путем умножения массы одного растения на число особей. Такой подход не может внести существенных ошибок в результаты, так как многокоренник обладает высокой скоростью вегетативного размножения, вследствие чего различия в массах отдельных листочков оказываются незначительными. Абсолютные скорости роста рассчитывали по формуле

$$K = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1},$$

а удельные — по

$$R = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{W_2}{W_1},$$

Таблица 1

Скорость изменения биомассы (K_6 , R_6)
и плотности (K_n , R_n) культуры многокоренника

Экспозиция, сут	Биомасса растений, мг/л	K_6 , мг/(л·сут)	R_6 , 1/сут	Плотность посадки, мг/дм ²	K_n , мг/(дм ² ·сут)	R_n , 1/сут
0	123	-	-	49.2	-	-
6	213	15.0	0.09	85.2	6.00	0.134
10	285	16.2	0.08	114	6.50	0.084
17	404	16.5	0.07	162	6.60	0.069
0	287	-	-	115	-	-
6	434	24.2	0.07	179	9.80	0.104
10	547	26.0	0.06	219	10.5	0.064
17	738	26.5	0.05	295	10.5	0.055

Выделение аминокислот (АК) многокоренником

Экспозиция, сут	Биомасса растений, мг/л	Выделение АК	
		мг/(г·сут)	% от прироста биомассы
0	123	—	—
6	213	2.97	1.03
10	285	1.93	1.06
17	404	0.87	0.75
0	287	—	—
6	434	2.16	0.76
10	548	1.07	0.59
17	738	0.34	0.29

где W_1 и W_2 — суммарная масса растений или плотность популяции в моменты времени t_1 и t_2 [1].

На фоне постоянного накопления биомассы и увеличения плотности культуры растений в течение 17 сут экспозиции проявлялась слабовыраженная тенденция к возрастанию абсолютных скоростей роста; параллельно происходило понижение средних удельных скоростей (табл.1). Одновременно с накоплением биомассы многокоренник выделял в культуральную среду аминокислоты, составляющие 0.29–1.06 % от всего синтезированного органического вещества (табл.2). В составе аминокислотной фракции преобладали аланин, валин, гистидин, цистеин, глутаминовая кислота и пролин, содержание которых в среде существенно колебалось: так, для валина и глутаминовой кислоты вариации достигали 200–300 %. Скорость выделения аминокислот находилась в слабой обратной зависимости от абсолютной скорости роста и в прямой — от удельной (табл.1, 2). Аналогичная закономерность ранее была установлена для представителя погруженных растений — роголистника [2].

Таким образом, одни и те же закономерности роста и выделения метаболитов характерны как для погруженных, так и свободноплавающих растений.

Литература

1. Гроздинский А.М., Гроздинский Д.М. Краткий справочник по физиологии растений. Киев, 1973.
2. Лукина Г.А. Выделение аминокислот погруженными водными растениями // Вторая Всесоюзная конфе-

- рения по высшим водным и прибрежно-водным растениям: Тез.докл. Борок, 1988.
3. Хайлов К.М. Экологический метаболизм в море. Киев, 1971.
 4. Школьник Р.Я., Доман Н.Г. К вопросу о разделении продуктов метаболизма на фракции при помощи хроматографии на бумаге // Биохимия. 1960. Т.25, вып.2.
 5. Школьник Р.Я., Доман Н.Г., Костылев В.Н. Хроматографическое разделение продуктов метаболизма на фракции // Биохимия. 1961. Т.26, вып.4.
 6. Czopce M. Cultivation of Polish Lemnaceae species in laboratory // Acta biol.crac.Ser.zool. 1959. Т.2, N 1.
 7. Wetzel R.G., Manny B.A. Secretion of dissolved organic carbone and nitrogen by aquatic macrophytes // Verh. Intern.Ver.theor. und angew. Limnol. 1972. Bd 18.

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

УДК 581.526.3 (285.2)

В.И.Артеменко

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ОЗЕР КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

По высшей водной растительности Костромской области имеются лишь краткие сведения и касаются они главным образом зарегулированных участков Горьковского водохранилища, а также заливов по рекам Межа, Соть и др. [2,3].

Изучение растительных сообществ водоемов этого региона было начато нами в 1989 г. в озерах Галичском, Чухломском и Глухом. Озеро Галичское самое большое по площади (77.1 км²) [1]. Оно мелководно: средняя глубина не превышает 1.75, максимальная — 4.5 м. Более глубокие места тянутся по берегу длинными полосами, которые являются как бы продолжением рек. Берега пологие, заболоченные. Почти вся береговая линия (исключая городскую черту), шириной примерно 500 м, граничит с заболоченными участками.

Зона зарастания водными растениями ограничена глубинами до 2 м. Доминирующая роль в этом процессе принадлежит тростнику южному (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud.), камышу озерному (*Scirpus lacustris* L.), хвощу приречному (*Equisetum fluviatile* L.), распространенным по всему периметру озера. Встречаются фитоценозы тростянки овсяничной (*Scolochloa festuacea* (Willd.) Link), манника большого (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.), ситяга болотного (*Eleocharis palustris* (L.) R.Br.). Все они относятся к группе воздушно-водных растений. Из погруженных видов преобладает рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.), встречаются пятна рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus* L.) и роголистника темно-зеленого (*Ceratophyllum demersum* L.). Из растений с плавающими листьями обширную площадь занимает кубышка желтая (*Nuphar lutea* (L.) Smith.). Повсюду наблюдается ряска малая (*Lemna minor* L.) и многокоренник обыкновенный (*Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.). Озеро можно характеризовать как тростниково—камышово—нимфейное.

Форма оз. Чухломского округлая, площадь 47.2 км². Средняя его глубина 1.5 м, максимальная — 4.5 м. Глубокие места располагаются полосами, хотя имеются и овальные углубления. Как и на оз. Галичском, береговая линия граничит с заболоченными участками, занятыми в основном *Phragmites australis*.

Воздушно-водная растительность представлена преимущественно зарослями *Scirpus lacustris*, рогоза узколистного (*Typha angustifolia* L.), встречаются куртины стрелолиста обыкновенного (*Sagittaria sagittifolia* L.). По всему берегу тянется тростниковая славина. Пояс погруженных растений включает ценозы *Potamogeton perfoliatus* и рдеста длиннейшего (*Potamogeton praelongus* Wulf.). Сообщества с плавающими листьями представлены *Nuphar lutea*, заросли которой широкой полосой располагаются по всему периметру озера. Встречается гречиха земноводная (*Polygonum amphibium* L.), пятна ее распространены по всему водоему. Озеро характеризуется как камышово—рогозово—нимфейное.

Озеро Глухое небольшое, 4-угольной формы, несколько вытянуто с востока на запад, с наибольшей длиной 500 и шириной 450 м. Средняя глубина 4.5 м, к центру равномерно увеличивается до 6.5. Весь берег окаймлен тростниковой славинной, в которой содоминантом выступает телиптерис болотный (*Thelyp-*

teris palustris Schott.). Акватория заросла *Nuphar lutea*.

Растительность исследованных озер образует 14 формаций, 26 ассоциаций. Формация тростника обыкновенного встречается во всех 3 водоемах, образует сплавины или поясовый тип зарослей. Сообщества приурочены к глубинам 0.3–0.5 м. Грунт песчаный или илистый. Высота растений достигает 260 см. Общее проективное покрытие колеблется от 50 до 100 %. Обилие доминанта сор₃. В травостой входят тростянка овсяничная, хвощ приречный, камыш озерный, кубышка желтая, горец земноводный и другие растения с обилием каждого сор — sp — sol. Всего отмечено 11 видов.

Формация кубышки желтой характерна для всех исследованных озер, образует почти сплошные заросли поясного типа (оз. Чухломское) или растет пятнами на глубине 0.7–1.1 м. Грунт песчаный или илистый. Общее проективное покрытие 80 %. Иногда в ярусе погруженных растений отмечен роголистник темно-зеленый с обилием сор₂. Из других видов с обилием sp — sol встречаются стрелолист обыкновенный, хвощ приречный, рогоз узколистный, телорез алоэвидный и др.

Формация камыша озерного отмечена в Галичском и Чухломском водоемах. Она образует куртинный или поясно-куртинный типы зарослей. Преобладающая глубина 70 см, но встречается и на глубине 130–160 см. Грунт песчаный или илистый. Общее проективное покрытие колеблется от 35 до 70 %, обилие сор₃. Травостой чаще 2-ярусный, второй ярус образует кубышка желтая с обилием сор₃ — sol. Кроме кубышки в травостой входят тростянка овсяничная и ряска малая.

Формация хвоща приречного распространена в прибрежной зоне озер Чухломского и Галичского на глубине от 0.15 до 1.35 м. Грунт песчаный или илистый. Проективное покрытие достигает 90 %, обилие сор₃. Травостой одноярусный, иногда 2-ярусный, с кубышкой желтой во втором ярусе. Из других видов встречаются рогоз узколистный, камыш озерный, многокоренник обыкновенный, манник большой с обилием каждого sp — sol. Всего отмечено 8 видов.

Формация рдеста пронзеннолистного встречается в Галичском и Чухломском озерах. Сообщества этого вида тянутся прерывистой узкой полосой или образу-

ют пятна на глубине от 0.1 до 1.05 м. Грунт песчаный. Общее проективное покрытие колеблется от 10 до 70 %. Обилие доминанта сор₃. Из других видов с обилием каждого sol встречаются хвощ приречный, камыш озерный, рдест гребенчатый и др. Чаще всего формация сложена чистыми ассоциациями доминанта.

Формация тростянки овсяничной распространена в Галичском и Чухломском озерах, образует поясно-куртинный тип зарослей, приурочена к глубине 0.3–1.6 м. Грунт в основном песчаный. Высота растений достигает 140 см. Общее проективное покрытие 60 %. Обилие сор₃. В травостой входят манник большой, камыш озерный, хвощ приречный и другие растения с обилием каждого sp-sol. Всего отмечено 8 видов.

Формация ситняга болотного характерна для оз. Галичского, образует поясно-куртинный тип зарослей. Сообщества расположены на глубине 0.05–0.3 м. Грунт песчаный. Травостой 2-ярусный, второй ярус представлен ряской малой и многокоренником обыкновенным с обилием каждого сор₃. Проективное покрытие составляет 90 %.

Формация рдеста гребенчатого распространена в оз. Галичском. Встречается нечасто, в основном в прибрежной зоне в черте города. Глубина распространения 0.1–0.2 м, грунт песчаный. Общее проективное покрытие 40 %. Обилие сор₃. Из других видов с обилием sol отмечены рдест пронзеннолистный и сушак зонтичный.

Формация роголистника темно-зеленого встречается в оз. Галичском. Занимает участки с глубинами до 0.6 м. Грунт илистый. Общее проективное покрытие 100 %. Обилие сор₃. Из других видов с обилием sp-sol в травостой входят телорез алоэвидный, многокоренник обыкновенный, ряска малая и кувшинка чисто-белая.

Формация рогоза узколистного отмечена лишь в оз. Чухломском. Образует поясно-куртинный и куртинный типы зарослей. Преобладающие глубины — от уреза до 1 м. Грунт песчаный. Травостой одноярусный. Общее проективное покрытие колеблется от 50 до 90 %. Обилие доминанта сор₃. Из других видов отмечено 7 с обилием сор₃-sp-sol: кубышка желтая, горец земноводный, хвощ приречный, тростянка овсяничная и др. Чаще всего формация состоит из ассоциаций чистого рогоза.

Формация стрелолиста обыкновенного характерна для оз. Чухломского, образует куртинный тип зарослей, распространена в прибрежной зоне на глубине 1 м. Грунт илистый. Общее проективное покрытие 70 %. Обилие сор₃. Травостой 2-ярусный, второй ярус составляют ряска малая, ряска 3-дольная и многокоренник обыкновенный с обилием сор₃.

Формация гречихи земноводной встречается в оз. Чухломском, образует чистые заросли или пятна вместе с кубышкой желтой. Глубина колеблется от 75 до 150 см, грунт песчаный. Общее проективное покрытие составляет 50-80 %. Обилие сор₃. Из других видов отмечены хвощ приречный, манник большой и камыш озерный с обилием сол.

Формация рдеста длиннейшего встречается нечасто и только в оз. Чухломском. Тяготеет к глубинам 1.5-2 м. Грунт песчаный. Общее проективное покрытие 60 %. Обилие сор₃. Из других видов наблюдается кубышка желтая с обилием сол.

Формация рдеста сплюснутого отмечена в оз. Чухломском, расположена в прибрежной зоне на глубине 1 м. Грунт илистый. Общее проективное покрытие 100 %. Обилие сор₃. В травостое с обилием каждого вида сол встречаются стрелолист обыкновенный, кубышка желтая и ряска 3-дольная.

Литература

1. Грачев А. О некоторых озерах Костромской губернии // Землеведение. М., 1902. № 2-3.
2. Экзерцев В.А. Зарастание мелководий Горьковского водохранилища. // Биология внутренних вод: Информ.бюл. Л., 1972. № 14.
3. Экзерцев В.А., Биочиво А.А. Зарастание Горьковского водохранилища в районе Костромской ГРЭС // Биология внутренних вод: Информ.бюл. Л., 1973. № 20.

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

В.И.Мальцев, Л.Н.Зуб

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ РОДА *ТУРНА* L.
В КАХОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Каховское водохранилище — нижнее в Днепровском каскаде, расположено в степной зоне, заполнено в 1955–1956 гг. Его общая площадь 2150 км², площадь мелководий с глубинами до 2 м составляет 5 % от общей [4], что обуславливает относительно слабое зарастание водохранилища. Основные массивы высшей водной растительности сосредоточены в его верхней части, а также в заливах и вдоль берегов в виде узкой полосы погруженных макрофитов. Растительный покров следует рассматривать как сформировавшийся, характеризующий особенности зарастания крупных равнинных водохранилищ. Экспансия растительности на новые территории отражает ее естественную динамику и не связана с качественными сменами флористической и фитоценотической структур [7].

Открытые пространства в верхней части водохранилища заняты сообществами рдестов (*Potamogeton perfoliatus* L., *P. pectinatus* L.) с урутью (*Myriophyllum spicatum* L.). Достаточно однородные заросли погруженных растений, формирующие обширные массивы на Кушугумских мелководьях, распространены и вдоль бывшего русла на 8–10 км. С северо-запада к ним примыкает плавнево-островной массив достаточно сложной ландшафтной структуры, который тянется от южных окраин Запорожья до причала „Беленькое“. Внутри массива воздушно-водной растительности (фитоценозы *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Typha angustifolia* L.) расположены окна, заросшие кувшинково-кубышковым комплексом с погруженной растительностью. Параллельно линии основных зарослей активно завоевывает новые территории пионерная воздушно-водная растительность (пятна *Sagittaria sagittifolia* L., *Sparganium erectum* L.), которая затем вытесняется зарослями *Typha angustifolia* и *Phragmites australis*.

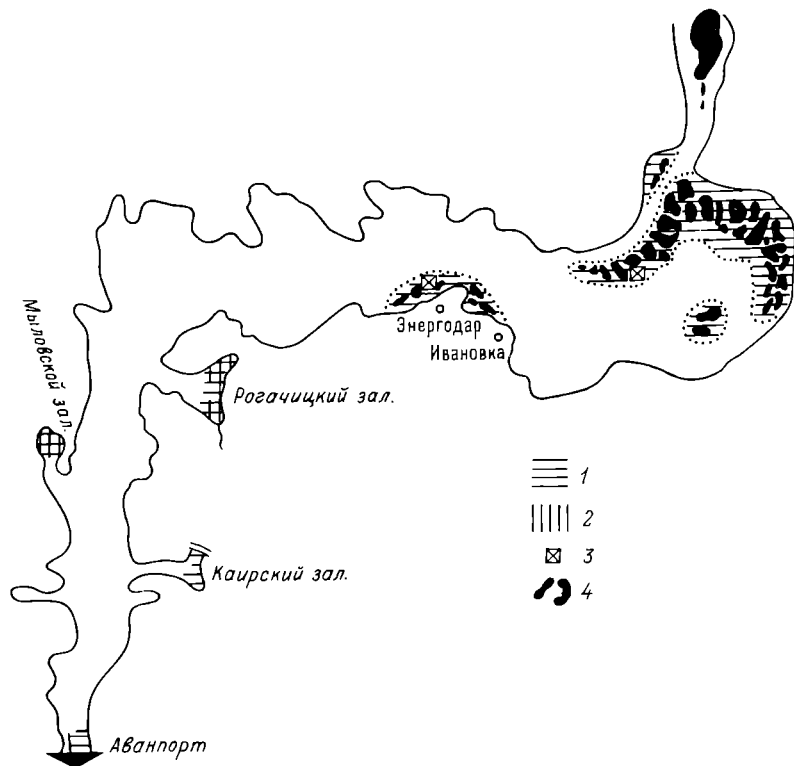
Во флоре водохранилища в 1988 г. нами было выявлено 38 видов высших водных растений. Затопление пойм Днепра и Конки привело к перераспределению заросших площадей в соответствии с новыми глубинами и гидрологическим режимом. Главным итогом создания водохранилища с точки зрения особенностей зарастания территории явилось изменение типа пой-

мообразования. В верхней его части создались условия для прохождения процессов, сходных с происходящими при дельтообразованием в низовьях рек: небольшие глубины (1-2 м); падение скоростей течения в условиях подпора; отложение аллювия; зарастание мелководных участков, благоприятствующее отложению твердых частиц и уменьшению ветроволновых воздействий. Таким образом, тип слабогравитовой, относительно слабоувлажненной проточно-островной поймы Нижнего Днепра [4] сменился типом дельтовой, плавневой поймы [1], где ведущую роль в зарастании играют наряду с тростником обыкновенным различные виды рогозов.

Typha angustifolia L. — часто встречающийся представитель растительного мира Днепра и его поймы [4,6]. К.К.Зеров [2] отмечает его широкое распространение на участке Нижнего Днепра до заполнения водохранилища и в первые годы его существования. Значительная роль этого вида в формировании зарослей гигрофитов на водохранилище и в 60-70-е годы [6]. В настоящее время большая часть массивов полупогруженной растительности, которую наряду с тростником обыкновенным составляет рогоз узколистный, сосредоточена на затопленной пойме и второй террасе (см. рисунок). *Typha angustifolia* формирует монодоминантные ценозы с проективным покрытием грунта (ПП) 60-80 %, распространяясь до глубины 1 м. На экологическом профиле он располагается ниже *Phragmites australis*. В разреженных зарослях этого вида иногда присутствует синюзия свободноплавающих растений (*Salvinia natans* (L.) All., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.), в нижнем подъярысе — *Ceratophyllum demersum* L.

Условия распространения *Typha latifolia* L. такие же, как и *T. angustifolia*. Он часто образует монодоминантные пятна диаметром до 10 м по краю зарослей *Phragmites australis*, нередко среди массивов рогоза узколистного. Границей его распространения является глубина 0.7 м, ПП 70-90 %. По данным К.К.Зерова [2], *T. latifolia* на исследуемой территории до создания водохранилища не встречался, в первые годы его существования отмечались лишь единичные экземпляры вида.

Typha laxmannii Гересх. для Каховского водохранилища впервые приводится К.К.Зеровым [3] и до регулирования Днепра для этого участка не указывался. В „Определителе высших растений Украины“ [8] данный вид характеризуется как обычный для Крыма, лесостепи и редкий для степной зоны, отме-



Распространение *Typha* L. в водохранилище.

1 — *T.angustifolia*, 2 — *T.latifolia*, 3 — *T.laxmannii*, 4 — острова.

чается его тяготение к берегам рек, озер, стариц. В условиях Каховского водохранилища он наряду с мезофитным разнотравьем и ивовой порослью активно участвует в заселении сплавин среди массивов тростника. Растение распространено на участках с затрудненным водообменом, большей частью на затопленной второй террасе.

Typha zerovii Klok. fil. et A.Krasnova — малоизвестный вид водной флоры Украины, описанный В.М.Клоковым и А.Н.Красновой в 1972 г. [5]. В „Определителе“ [8] он приводится для Одесской и Николаевской областей, на Днепре до настоящей находки известен не был. На Каховском водохранилище нами было отмечено лишь одно местопроизрастание *T.zerovii* — берег небольшой балки в Каирском заливе, где он образовывал пятна диаметром 3–5 м с ПП 60–80 % на минеральном грунте рядом с аналогичными

зарослями *T. angustifolia*, *Butomus umbellatus* L. Растения находились в генеративном состоянии, что дало возможность не только определить вид, но и сделать выводы о возможности дальнейшего расширения популяции за счет как вегетативного, так и семенного размножения.

Таким образом, заросли *Typha angustifolia* вместе с массивами *Phragmites australis* формируют ландшафт высокопродуктивной (высшей водной растительности) дельтовой поймы, изолируют отдельные участки водохранилища, снижая интенсивность водообмена, что благоприятствует их быстрому заболачиванию и переходу из разряда водных экосистем в разряд наземных. Другие виды рогозов лишь дополняют ландшафтную картину мелководий Каховского водохранилища и на данном этапе не играют сколько-нибудь значительной роли в ее формировании.

Литература

1. Еленевский Н.А. Вопросы изучения и освоения пойм. М., 1936.
2. Зеров К.К. Водяна рослинність Каховського водоймища // Каховське водоймище. Київ, 1964.
3. Зеров К.К. Основные черты формирования растительности днепровских водохранилищ в первые годы их существования // Гидробиологический режим Днепра в условиях зарегулированного стока. Киев, 1967.
4. Зеров К.К. Формирование растительности и зарастание водохранилищ Днепровского каскада. Киев, 1976.
5. Клоков В.М., Краснова А.М. Записки про українські рогози // Укр. ботан. журн. 1972. Т. 29, № 6.
6. Корелякова И.Л. Растительность днепровских водохранилищ: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Кишинев, 1982.
7. Мальцев В.И., Зуб Л.Н. Роль зарастания в процессах развития речной дельты в крупном равнинном водохранилище (на примере Каховского водохранилища) // Влияние водохранилищ на водно-земельные ресурсы. Пермь, 1987.
8. Определитель высших растений Украины. Киев, 1987.

Киевский отдел ВНИИ ирригационного рыбоводства
Киевский государственный университет
им. Т.Г. Шевченко

Б. А. Трусов

К БИОЛОГИИ *BUTOMUS UMBELLATUS* L.

1. ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН

В семействе *Butomaceae* Rich. (сусаковые) имеется один монотипный род *Butomus* L. Интерес к сусаку зонтичному (*B. umbellatus* L.) вызван его активным фитогеографическим поведением. Отмечается быстрое распространение сусака по Швейцарии, где он встречался в 1878 г. только в окрестностях г. Базеля (Нейдорф). К 1945 г. по рекам Рейну, Ааре, Лиммит, по новым речным каналам и судоходным шлюзам он проник уже в 8 кантонов [9]. Американские экологи и фитогеографы констатируют столь же интенсивное его расселение в Северной Америке (район Великих Озер) [8]. На территории Советского Союза сусак встречается во всех районах европейской части, на Кавказе, в Средней Азии, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке.

Сусак зонтичный — многолетнее травянистое растение, обитающее в стоячих и медленно текущих водах. Это один из массовых видов внутренних водоемов, в которых он образует обычно монодоминантные сообщества. Особенно широко это растение распространено в литорали водохранилищ, где занимает довольно большие площади и, следовательно, играет важную роль в продуцировании органического вещества.

Биология сусака зонтичного почти не изучена. Известно, что он имеет разнообразный набор хромосом — от 13 (16) до 42 [6]. В Швеции были найдены триплоидные клоны со стерильными цветками, развивающиеся в соцветиях луковички [7]. Полиплоидные расы обычно возникают при миграции в неблагоприятных условиях, а явление полиплоидии служит реакцией организма на изменение внешних факторов среды [4]. Подобный клон с луковичками в соцветиях был найден нами в 1988 г. на мелководьях Рыбинского водохранилища в районе д. Глебово.

В 1989 г. мы начали широкие исследования биологии *Butomus umbellatus*. Цель данной работы — определение сроков холодной стратификации и их влияния на прорастание семян. В задачу исследований входила и отработка методики выращивания сеянцев. Спелые семена сусака собирали на мелководьях Рыбинского водохранилища с растений, однородных по ве-

личине цветка, окраске стебля и высоте. От оболочек листовок и частей цветка их очищали просеиванием через сита с разным диаметром ячеек.

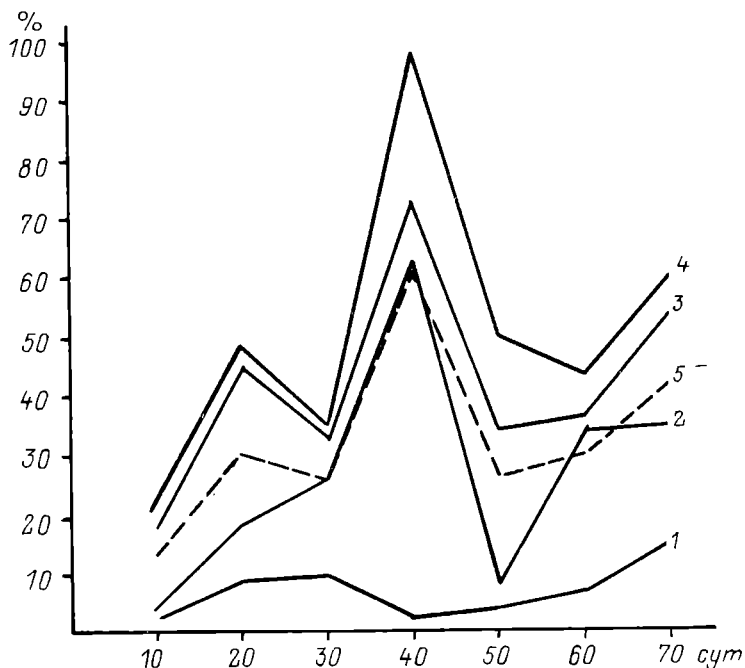
Плод сусака относится к олигомерным циклическим гемисинкарпным многолисточкам. Он состоит из 6 сухих листовок с частично сросшимися базальными частями. Многочисленные семена располагаются по всей внутренней поверхности плодолистика [2]. Они мелкие (длина 1.8–2 мм, ширина — до 0.5–0.6), короткоцилиндрические, с ребрами, идущими вдоль семени, в одном из которых проходит семенной шов. Поверхность тонкозернистая, светло-коричневого цвета. Семена без эндосперма с крупным зародышем. Зародыш прямой, занимает всю полость семени, клетки его заполнены крахмалом, а в центре проходит тяж прокамбия [5].

Для эксперимента взяли около 3 тыс. семян. По 100 семян укладывали между смоченными дистиллированной водой слоями фильтровальной бумаги и помещали в 30 чашек Петри диаметром 7 см. Подготовленные образцы хранили в холодильнике при температуре 5 °С. Через каждые 10 сут семена из 4 чашек переносили на бумажные фильтры, уложенные на дно 4 чашек большего диаметра (9.5–11 см), и заливали водой слоем 0.5 см (1-й вариант) и 1.3–1.5 см (2-й вариант). Проращивали при комнатной температуре.

Более высокий процент прорастания семян сусака в опытах со слоем воды 1.3–1.5 см свидетельствует о возможности их нормального развития лишь при достаточной обеспеченности водой. Существенное влияние на прорастание семян оказывали сроки холодной стратификации. Наблюдалось 3 пика увеличения количества проросших семян: через 20 сут экспозиции при низкой температуре проросло в среднем 30 % (от 8 до 49 %), через 40 — 61 % (от 3 до 100 %), через 70 сут — 42 % (от 15 до 63 %) (см. рисунок).

В публикациях 50-х годов [1] имеются лишь общие указания на то, что семена сусака зонтичного реагируют на стратификацию при низкой температуре (5 °С) в диапазоне эффективных температур от 1 до 10 °С и длительности выдерживания 30–60 сут. При этом отмечается, что для зародыша семян этого вида состояние покоя нехарактерно. Однако возможность типа эндогенного покоя у семян *B. umbellatus* L. отмечена в более поздней работе [3].

Полученные нами результаты отчетливо выявляют существование рас сусака зонтичного с разной глубиной покоя зародыша семян (см. рисунок) и устраняют имевшиеся противоречия, препятствовавшие даль-



Зависимость процента прорастания семян *Butomus umbellatus* L. от продолжительности холодной стратификации.

1-4 — серии опыта, 5 — средние данные.

нейшему более глубокому исследованию биологии *B.umbellatus* L., в частности, состава популяций и особенностей их фенотипа.

Литература

1. Крокер В. Рост растений. М., 1950.
2. Левина Р.Е. Морфология и экология плодов. Л., 1987.
3. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л., 1985.
4. Розанова М.А. Экспериментальные основы систематики растений. М.; Л., 1946.
5. Сравнительная анатомия семян. Л., 1985. Т.1.
6. Хромосомные числа цветковых растений. Л., 1969.
7. Sauer S.J., Krausch H.D. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Jena, 1980. Bd 23, N 1.

8. **Stuckey R.L.** Distributional history of *Butomus umbellatus* in the Western Lake Erie and Lake St Clair region // Mich.Bot. 1968. Vol.7.
9. **Thommen E.** Siegeszug von *Butomus umbellatus* L. in der Nordschweiz // Verh.Naturforsch.Ges.Basel. 1945. Bd 56(2).

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

УДК 591.524.12 (571.663)

Н.В.Вехов

BRANCHINECTA ORIENTALIS G.O.SARS, 1901 —
РЕДКИЙ ДЛЯ ФАУНЫ СССР ВИД ГОЛЫХ ЖАБРОНОВ
(*ANOSTRACA*)

Anostraca — наименее изученная группа голых жабронов степной зоны СССР. Для данной территории указываются лишь 3 места обитания [1,3,12] *Branchinecta orientalis* G.O.Sars, 1901 — представителя фауны аридных и полуаридных зон Евразии. В апреле 1988 г. автором были проведены наблюдения над голыми жаброногами и щитнями Черноморского государственного биосферного заповедника, в эфемерных соленых водоемах которого обнаружен этот вид. В результате исследований было дополнено первоописание вида, ранее сделанное Сарсом [12], рассмотрены его ареал и особенности биологии *B.orientalis*.

К имеющемуся в литературе описанию самца *B.orientalis* (рис.1) [6,12] необходимо добавить следующее. Базальный членик антенн II пары с внутренней стороны неровный, хорошо заметны 2 выпуклости кутикулы, причем верхняя часть этих кутикулярных выростов козырьковидно нависает над нижней. Нижняя поверхность последних покрыта мелкими шипиками, располагающимися 2 обособленными полями. Дистальный членик антенн II пары саблевидно загнут внутрь. Его проксимальная часть заметно расширена, и на внутренней стороне имеется треугольный вырост. Пенис своеобразного строения: в спокойном состоянии на его апикальном конце имеется языковидный вырост с ясно зауженным и оттянутым концом; в состоянии же эрекции рядом выворачивается заост-

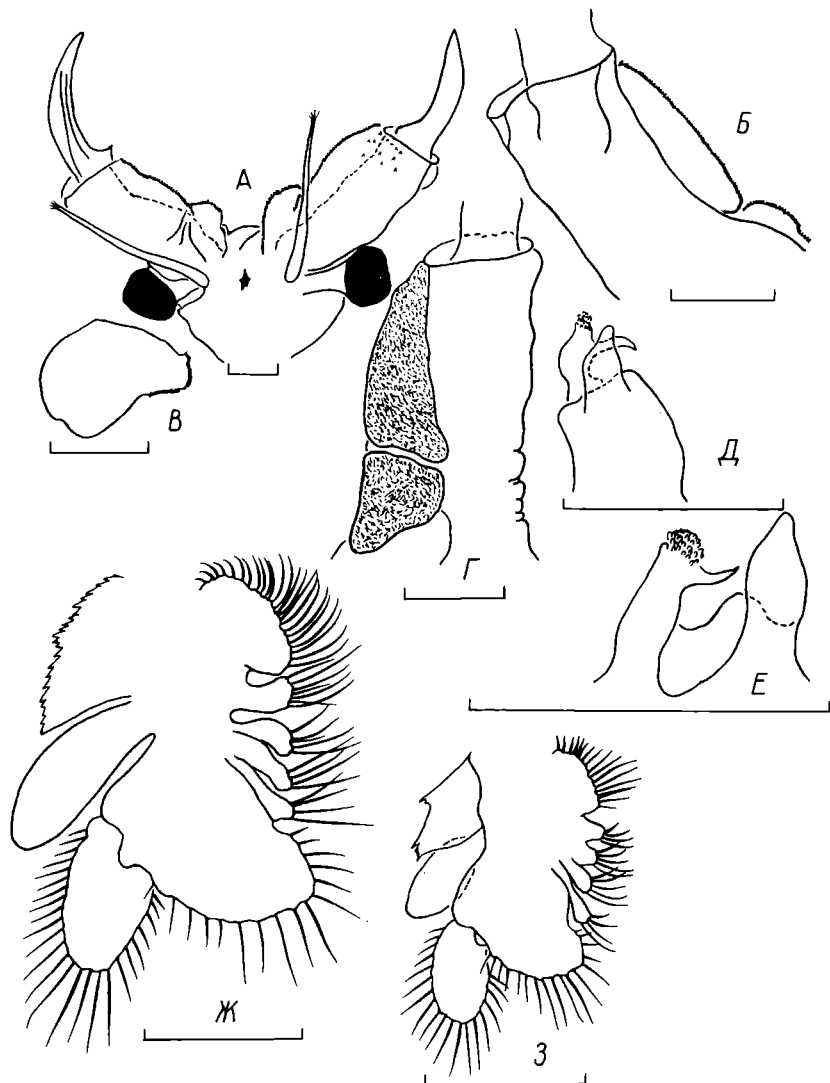


Рис.1. Самец *Branchinecta orientalis*.

А — голова сверху; Б — базальный членик антенны II пары, снизу; В — поперечный разрез базального членика антенны II пары; Г — базальный членик антенны II пары с внутренней стороны; Д — дистальная часть пениса сверху; Е — то же самое, сбоку; Ж — ноги IX пары; 3 — ноги XI пары. Масштаб: 1 мм.

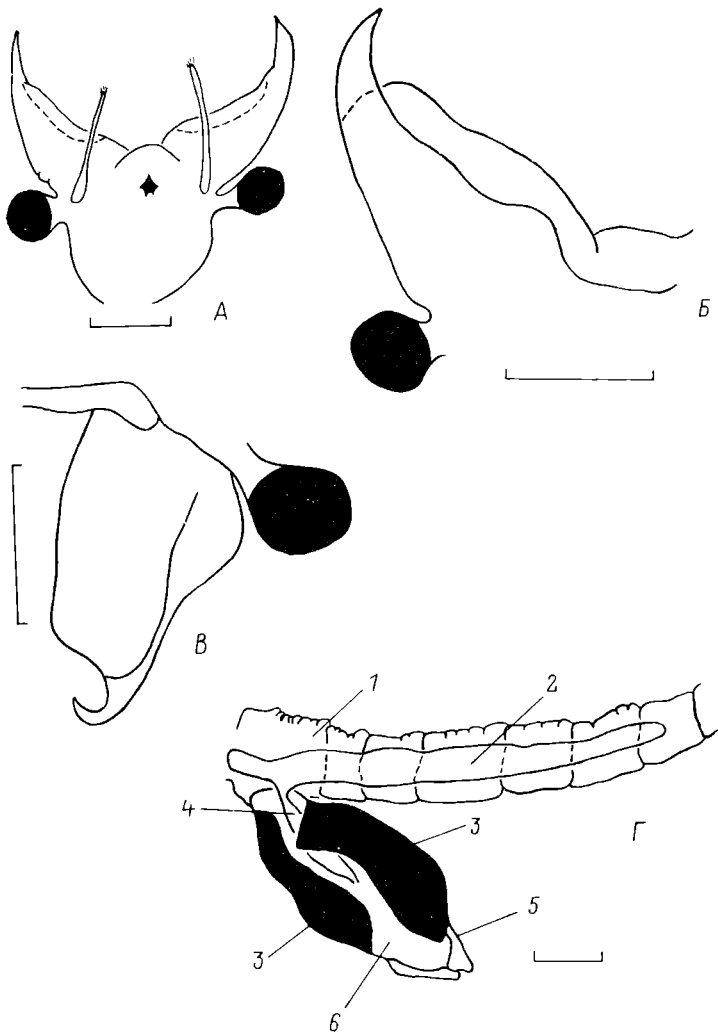


Рис.2. Самка *Branchinecta orientalis*.

А — голова сверху, Б — антенна II пары снизу,
В — антенна II пары сбоку, Г — половая система:
1 — генитальный сегмент, 2 — яичник, 3 — скор-
луповые железы, 4 — яйцевод, 5 — яйцевой мешок,
6 — матка.
Масштаб: 1 мм.

ренный боковой вырост с чуть загнутым вверх концом, с неровной, в небольших бородавочках головкой. Конечности I-X пар ног одинакового строения с характерным зазубренным внешним краем преэпиподита. Конечности XI пары ног заметно меньше, а преэпиподит иного строения — на его внешнем крае ясно выражены 2 выступа с 2-3 зубцами на концах.

Для самки *B.orientalis* (рис.2) характерны расширенные мешковидные антенны II пары с загнутым когтеобразным коротким апикальным концом. Верхняя поверхность антенн II пары также козырьковидно нависает над нижней, как и у самца. Половая система имеет характерное строение. Яичники лентообразные, относительно узкие, простирающиеся из генитального сегмента до VIII абдоминального членика. Яйцеводы удлиненные, впадают в матку в средней ее части. Две пары скорлуповых желез также удлиненной формы. Одна пара занимает дорзально-латеральную поверхность матки, ее скорлуповые железы имеют хорошо развитый вырост, находящийся на яйцеводы. Другая — расположена на вентрально-латеральной поверхности матки. Яйцевой мешок средних размеров, его длина не более VI-VII сегмента абдомена.

B.orientalis — представитель фауны эфемерных соленых луж аридных, степных и горных ландшафтов Центральной Азии (Монголия, Тибет), Памиро-Алая, Афганистана, Чехословакии, Румынии, Венгрии, Испании [1-12] и причерноморских степей Украины. В Черноморском заповеднике (Ивано-Рыбальчанский участок) *B.orientalis* встречается только в весенний период (конец марта—начало мая) в течение 35-40 сут при температуре воды 4-26 °C и солености не более 1-4‰. Продолжительность периодов (сут) активной фазы существования популяций в водоемах заповедника следующая: науплиального — 12.1 ± 2.5 , общего развития до половозрелости — 14.7 ± 1.8 , репродуктивного — 23.1 ± 1.8 . Число кладок 3-4, интервал между ними 2-4 сут. Размер одной кладки (120.8 ± 75.9) яиц. Длина самок составляет (14.0 ± 5.6) мм, самцов — (14.3 ± 6.5) мм.

Литература

1. Смирнов С.С. Листоногие ракообразные. Ч.2: Зоология. Л., 1930. (Тр. Памирской экспедиции 1928 г.).
2. Смирнов С.С. Листоногие раки (*Phyllopoda*) // Жизнь пресных вод СССР. М.; Л., 1940. Т.1.

3. Угамский Н. Заметка о нахождении *Branchinecta orientalis* G.O.Sars. // Рус.гидробиол.журн. Саратов, 1925. Т.4, № 10-12.
4. Alonso M. A survey of the spanish Euphyllopoda // Misc.zool. 1985. Vol.9.
5. Botnariuc N., Orghidan T. Phyllopoda // Fauna Republici Populare Romane. Bucuresti. 1953. Vol.4. Fasc.2.
6. Brtek J. Anostraca // Lupenonozci-Branchiopoda. Fauna ČSSR. Praha. 1962. Sv. 16.
7. Brtek J. Anostraca. Beitrage zur Kennitnis der Fauna Afghanistans // Čas. moravskeho musea. 1967. Sv.52.
8. Brtek J., Forro L., Ponyi J.E. Contributions to the knowledge of the Branchiopoda (Crustacea) fauna of Mongolia // Ann.hist.-nat.mus.nat. Hungarici. 1984. Köt.76.
9. Forro L. The Branchiopoda fauna of the Kiskunzag National Park // The fauna Kiskunzag National Park. Budapest, 1987. Köt.2.
10. Forro L., Ronkay L. Contributions to the aquatic microfauna(Rotatoria and Crustacea) of the Hortobagy National Park // The fauna of the Hortobagy National Park. Budapest. 1983.
11. Löffler H. Anostraca, Notostraca, Conchostraca // Limnofauna Europaea. Stuttgart; New York; Amsterdam, 1978.
12. Sars G.O. On the Crustacean Fauna of Central Asia. Part 1: Amphipoda and Phyllopoda // Ежегодник Зоол. музея Акад. наук. 1901. Т.6.

ВНИИ охраны природы и заповедного дела
Госкомприроды СССР

УДК 595.771 (47 + 57)

С.И.Белянина

КАРИОТИПЫ ВИДОВ РОДА *STICTOCHIRONOMUS* KIEFF. ИЗ ВОДОЕМОВ СССР

Личинки видов рода *Stictochironomus* — обитатели рек и крупных озер, живут в основном в песке [6-8]. Для фауны хирономид СССР известно от 3 до 5 видов этого рода [8]. Личиночная стадия развития описана только для одного — *S.crassiforceps* [7],

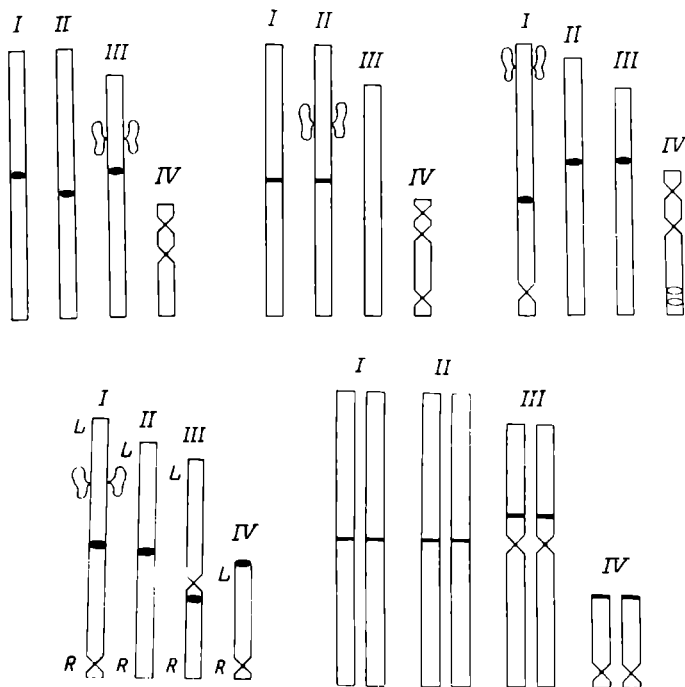
для остальных видовая принадлежность личинок до настоящего времени не установлена. У хирономид, как известно, видовая идентификация возможна с использованием кариологических данных — в клетках слюнных желез личинок находятся гигантские хромосомы, имеющие видоспецифичную картину дисков. Но представители *Stictochironomus* кариологически не изучены, только для одного из видов (*S. histrio*) приведено лишь число хромосом ($2n = 8$) [10].

Нами были исследованы кариотипы 6 видов *Stictochironomus*, обитающих в водоемах разного типа на территории СССР.

Stictochironomus crassiforceps (K.). Личинки, собранные нами в р. Волге у г. Жигулевска (I, VII 1975 г., XI 1976 г., 18 особей) и в Горьковском водохранилище у г. Юрьевца (V 1976 г., 5 особей, сбор В. В. Волкова), относились к *S. ex gr. histrio* F. [6]. Имаго из личинок Горьковского водохранилища мы отнесли к *S. crassiforceps* [7]. Этот вид многочислен в Рыбинском и Горьковском водохранилищах [2, 7, 9], имаго не роятся, спаривание совершается на субстрате [7]. Вид встречен также на Чукотке (данные Ю. А. Шилина) и на о-ве Врангеля [3]. $2n = 8$ (см. рисунок, а). Гомологичные хромосомы тесно спарены, в кариотипе 3 длинные и одна короткая. Центромерные районы в длинных хромосомах представлены в виде четких гетерохроматиновых блоков. Ядрышковый организатор расположен в хромосоме III. Инверсии в основном встречены в хромосоме I, в среднем число инверсий на особь — 1.6. У 3 личинок из р. Волги у г. Жигулевска обнаружены В-хромосомы.

Stictochironomus histrio F. Вид встречен во многих зонах СССР [8]. Нами были изучены кариотипы 9 его личинок из р. Волги у г. Саратова (IV 1976 г., VII 1977 г.). Идентификация личинок и комаров установлена путем их сопоставления. Ранее из представителей рода *Stictochironomus* в данном районе отмечался также только один этот вид [4]. $2n = 8$ (см. рисунок, б). Гомологичные хромосомы тесно спарены. Центромерные районы морфологически выражены только в хромосомах I и II. В длинных хромосомах очень много нерегулярно распуфленных участков. Ядрышковый организатор находится в хромосоме II, в I у 3 личинок отмечена инверсия, у 2 особей обнаружены В-хромосомы.

Stictochironomus rosenhöldi (Zett.). Вид известен в северной и северо-западной частях СССР [8]. Личинки *Stictochironomus* в массе обитают в оз. Выртсъярв [5] на глубинах от 0.5 до 1.5 м на



Идиогаммы хромосомных наборов видов рода *Stictochironomus*.

а — *S. crassiforceps* (K.), б — *S. histrio* F.,
в — *S. rosenschöldi* (Zett.), г — *S. pictulus*
Mg., д — *S. psammophilus* Tshern.

заиленном песке (устное сообщение К.Э. Кангур). Выведенные К.Э. Кангур имаго из разнообразных личинок *Stictochironomus*, которые были определены как *S. psammophilus* и *S. ex.gr. histrio*, разделялись на *S. rosenschöldi* и *S. histrio*. Сопоставление наших данных по кариологии *Stictochironomus* из разных мест СССР и результатов выведения имаго из оз. Выртсъярв дало основание считать массовый вид *Stictochironomus* из оз. Выртсъярв *S. rosenschöldi*.

Были изучены кариотипы 28 личинок (сбор К.Э. Кангур). $2n = 8$ (см. рисунок, в). Соотношение длин хромосом следующее $I > II > III > IV$ (см. таблицу). Между хромосомами I и II не наблюдалось достоверной разницы по абсолютной длине ($t = 0.86$, $p > 0.95$), но они отличались по относительной ($t = 3.11$, $p < 0.05$). В длинных хромосомах центромерные районы представлены гетерохроматиновыми блока-

Хромосомы	Абсолютная длина, мкм $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Относительная длина, % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$
I	106.92±4.06	31.99±0.39
II	101.28±5.14	30.12±0.47
III	80.57±3.52	24.14±0.46
IV	46.14±2.05	13.77±0.28

ми. В хромосомах много нерегулярно распуфленных участков. Ядрышковый организатор расположен в хромосоме I, крупный пучок — в III. Инверсии редки: только у 2 особей таковая была отмечена в хромосоме II. Одна личинка содержала В-хромосому, встречавшуюся не во всех клетках слюнной железы.

Stictochironomus pictulus Mg. Были изучены кариотипы 122 личинок вида из оз. Иссык-Куль. $2n = 8$ (см. рисунок, з). Гомологичные хромосомы тесно конъюгируют друг с другом. Строение кариотипа подробно представлено в нашей работе [1]. Перестройки не были обнаружены.

Stictochironomus psammophilus Tshern. Личинки вида собраны в различных водоемах п-ова Ямал — оз. Лисьем около пос. Харп (VII 1977 г., 8 особей), в мелких водоемах около пос. Яптик-Сале (VIII 1977 г., 19 особей), в оз. Яро-Тоо I (VII 1978 г., 33 личинки). $2n = 8$ (см. рисунок, д). Центромерные районы имеют вид гетерохроматиновых блоков. Гомологичные хромосомы в большинстве случаев совсем не спарены. Объединение их в области центромера или срединных районов хромосом наблюдалось очень редко, при этом в одних клетках железы оно могло быть, а в других — отсутствовать. Соматическая конъюгация гомологов начинается, как известно [11], только с определенной стадии политении, и при достижении высокой степени последней гомологи вновь разделяются [12]. Возможно, что причиной асинapsиса гомологичных хромосом у северного вида *Stictochironomus* является именно высокая степень политении. Хромосомы большинства личинок резко укорочены, при этом у некоторых четкая дисковая структура в них отсутствовала, выделялись только толстые разрыхленные гетерохроматиновые блоки. В области центромерных районов часто наблюдалась эктопическая конъюгация нехомологичных хромосом. В хромосомах много распуфленных участков, но лока-

лизацию ядрышкового организатора выяснить не удалось. Перестройки не встречены. В кариотипах 15 личинок (1 %) была обнаружена В-хромосома.

Stictochironomus sp. Изучались кариотипы 12 личинок из оз. Дуся (Литовская ССР, сбор А.И.Григя-лиса). $2n = 8$. В 3 крупных клетках слюнной железы наблюдалась гипертрофия хромосом. Все длинные хромосомы имеют хорошо выраженные центромерные районы, хотя в одной из них у 2 личинок они гетероморфные, гомологичные хромосомы тесно конъюгируют друг с другом. Изучение хромосом затруднено из-за наличия у всех личинок сложных гетерозиготных инверсий.

Таким образом, при изучении кариотипов 5 видов *Stictochironomus* выяснено, что все они имеют $2n = 8$, одна из хромосом в наборе меньше остальных, ядрышкообразующей оказывается одна из длинных хромосом. Для хромосом этих видов, кроме *S.histrio*, характерны морфологически резко выраженные центромерные районы в виде гетерохроматиновых блоков разного размера. Но при одном и том же диплоидном числе все исследованные виды хорошо отличаются друг от друга последовательностью дисков во всех хромосомах, что делает надежной видовую диагностику личинок изученных *Stictochironomus*.

Литература

1. Белянина С.И. Кариотип *Stictochironomus pictulus* Mg. из оз. Иссык-Куль // Цитология. 1976. Т.18, № 7.
2. Волков В.В. Продукция *Stictochironomus crassiforceps* Kieff. в прибрежье озерного участка Горьковского водохранилища // Экология. 1979. Т.2.
3. Макаrenchенко Е.А., Леванидова И.М., Жильцова Л.А. Предварительные данные по фауне водных беспозвоночных острова Врангеля // Фауна пресных вод Дальнего Востока. Владивосток, 1980.
4. Мисейко Г.Н. Видовой состав и экология хирономид Волгоградского водохранилища: Автореф. дис. ... канд.биол. наук. Саратов, 1966.
5. Тыльп Н.К. Комплексы личинок хирономид в озерах Эстонской ССР и их роль в составе пищи леща // Вопросы гидробиологии. М., 1965.
6. Черновский А.А. Определитель личинок комаров семейства *Tendipedidae* // Определители по фауне СССР. Л., 1949. Т.31.

7. Шилова А.И. Метаморфоз и биология *Stictochironomus crassiforceps* Kieff. // Экология и биология пресноводных беспозвоночных. Л., 1965.
8. Шилова А.И. Семейство *Chironomidae* (*Tendipedidae*) — звонцы // Определитель насекомых европейской части СССР. Л., 1969. Т.5.
9. Шилова А.И. Хирономиды Рыбинского водохранилища. Л., 1976.
10. Bauer H. Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Speicheldrüsenchromosomen // Zool.Jb. Abt.allg.Zool. und Physiol.Tiere. 1936. Bd 56.
11. Beermann W. Riesenchromosomen // Protoplasmatologia. 1962. Bd 6.
12. Henderson S. A second example of normal coincident endopolyploidy and polyteny in salivary gland nuclei // Caryologia. 1968. Vol.20.

Саратовский медицинский институт

УДК 595.771

К.Э.Кангур

ИЗМЕНЕНИЕ В ФАУНЕ ХИРОНОМИД ПРОФУНДАЛИ ОЗЕРА ВЫРТСЪЯРВ В 1973–1988 гг.

Озеро Выртсъярв — крупный мелководный эвтрофный водоем Эстонии площадью 270 км², со средней глубиной 2.8 и максимальной — около 6 м. Профундаль занимает примерно 63 % площади озерного дна с отложениями ила и озерной извести (гажи) без высших растений. В 1973–1988 гг. на 4 станциях этой зоны количественные пробы бентоса собирали 3 раза в год (в апреле, июне и августе), а на одной — ежемесячно (рис.1). Общее количество проб бентоса — 1263. Пробы брали дночерпателем системы Боруцкого с площадью захвата 225 см² (3 подъема), промывали через сито № 14 и фиксировали 70%-ным спиртом. Сырую массу фиксированных животных определяли на торзионных весах с точностью до 1 мг.

Хирономиды составляли около 57, олигохеты — 40 % от численности бентобионтов. На разных станциях этой зоны наблюдали сравнительно однородное и бедное видами (12–23 вида и формы) сообщество донных животных. В последние 25 лет преобладающие ви-

ды остались неизменными. Доминировали *Chironomus plumosus* (в среднем 87 % от биомассы) и *Potamothrix hammoniensis* [2], что типично для эвтрофных озер Палеарктики:

Вид	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
<i>Chironomus plumosus</i>	173±53	5.78±1.74
<i>Chironomidae</i> (все)	318±58	6.06±1.74
<i>Oligochaeta</i>	224±46	0.38±0.08
<i>Mollusca</i>	4±1	0.16±0.02
<i>Varia</i>	9±2	0.02±0
Всего	555±95	6.62±1.83

На илистом дне вместе с *Chironomus plumosus* наиболее часто встречались *Einfeldia carbonaria*, виды рода *Procladius* (*P. choreus*, *P. ferrugineus*), *Psilotanypus imicola* и *Microchironomus tener* (см. таблицу). На гальке *Chironomus plumosus* часто был единственным видом макрозообентоса. Даже *Potamothrix hammoniensis* обитал там реже.

В 80-е годы из профундали исчезли часто встречавшиеся ранее личинки *Cryptochironomus ussouriensis*. Большая часть найденных видов хирономид (*Tanypus kraatzi*, *T. punctipennis*, *T. vilipennis*, *Glyptotendipes glaucus*, *Polypedilum tetracrenatum*, *P. bicrenatum* и др.) наблюдалась изредка (встречаемость менее 10 %) и единично. Среди них некоторые явно фитофильные и литоральные виды (*Endochironomus albipennis*, *Glyptotendipes paripes*, *Stictochi-*

Встречаемость (%) доминирующих видов макрозообентоса в профундали озера в 1973-1988 гг.

№ стан- ции	Глубина, м	Чис- ло проб	Чис- ло ви- дов	<i>Chiro- nomus plumo- sus</i>	<i>Ein- fel- dia carbo- naria</i>	<i>Pro- cla- dius</i>	<i>Micro- chiro- nomus tener</i>
3	2.8-4.9	144	16	73	94	67	38
4	1.7-4.8	144	19	71	79	63	40
5	1.7-4	144	13	75	83	77	35
7	1.5-4	687	23	81	93	81	34
8	4.5-7.8	144	14	88	31	50	15

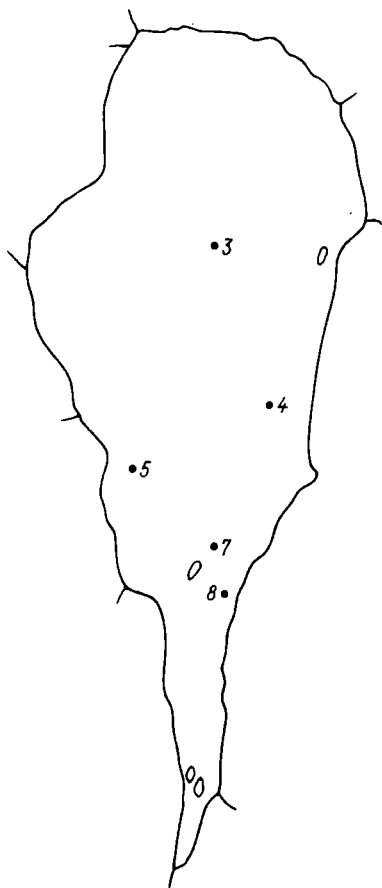
Рис. 1. Расположение станций (3-5, 7, 8) в озере.

ronomus psammophilus и др.) и, по-видимому, в профундаль попали случайно.

Для профундали озера характерны значительные колебания численности и биомассы макрозообентоса по годам, несмотря на то что в эвтрофном водоеме с хорошо аэрированной водой и донными отложениями, богатыми разлагающимся детритом, всегда мож было бы ожидать интенсивного развития донной фауны. В действительности такие ситуации реализуются в оз. Выртсъярв только в отдельные годы (последняя в 1987 г.), причем определяющую роль играет *Chironomus plumosus* (рис. 2.).

Уровень развития макрозообентоса в профундали обычно низкий. Девять лет (из исследуемых 16) численность донных животных не превышала в среднем 400 экз./м^2 и биомасса 3.5 г/м^2 , так как поколения *Chironomus plumosus* в эти годы были очень малочисленными. Сезонные изменения численности данного вида всегда резкие и связаны с вылетом имаго. Иногда личинки *Ch. plumosus* почти полностью исчезали после весеннего вылета и появлялись снова через год или два. В течение рассматриваемого периода особенно многочисленные поколения этого вида наблюдали в озере осенью 1986 и 1989 гг. (рис. 3.).

Как известно, на численность гетеротопных насекомых могут сильно влиять метеорологические условия. Положительные (но статистически недостоверные) корреляции были обнаружены между температурой воды в предшествующем году и обилием *Chironomus*



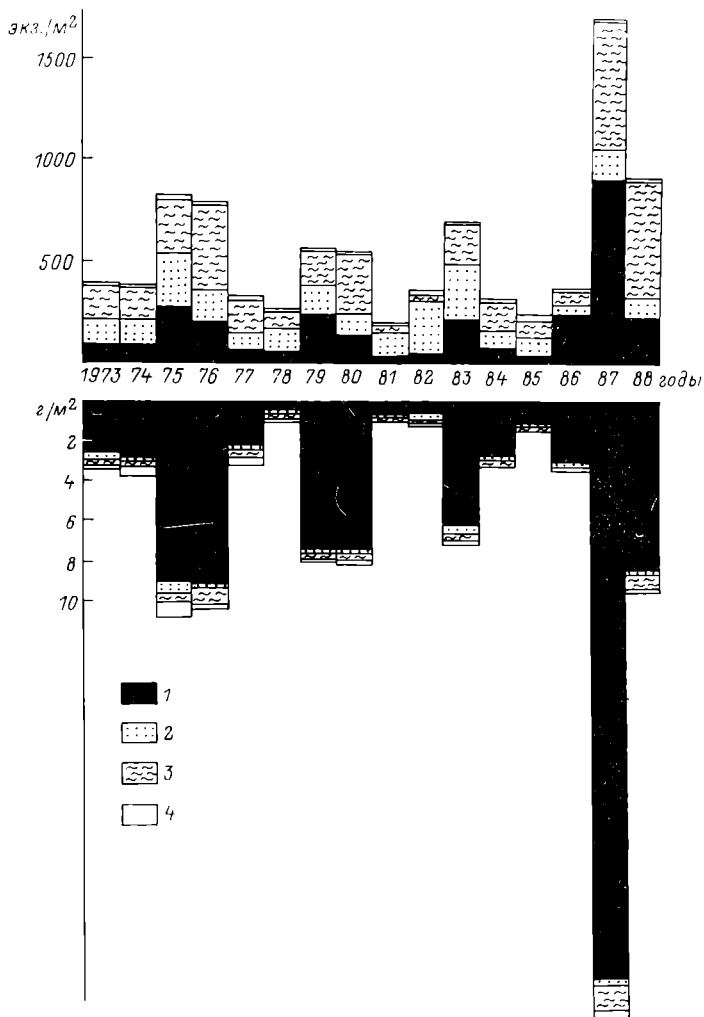


Рис.2. Средняя численность (экз./м²) и биомасса (г/м²) макрозообентоса в профундали оз.Вуртсъярв.

1 — *Chironomus plumosus*, 2 — остальные *Chironomidae*, 3 — *Oligochaeta*, 4 — остальные животные.

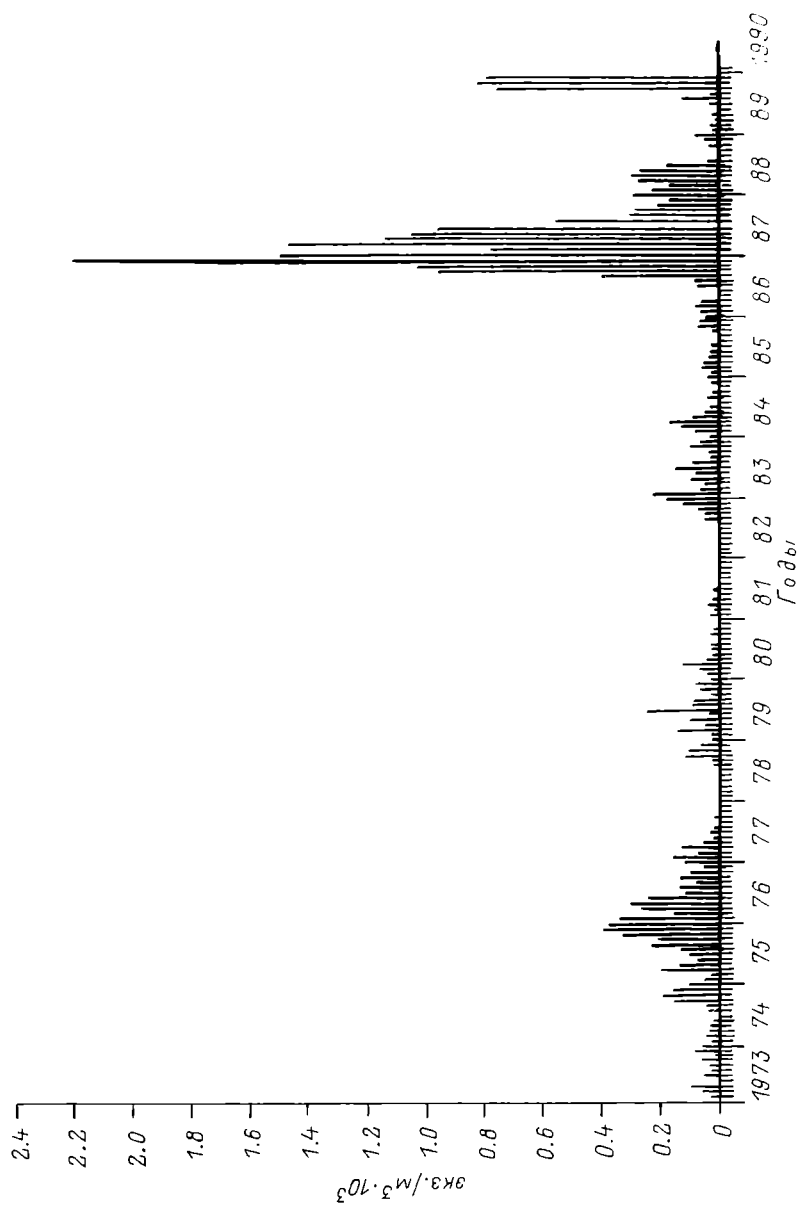


Рис.3. Многолетняя динамика численности *Chironomus plumosus* в профундали на станции 7.

plumosus в текущем. Также положительная связь ($r = 0.4$) выявилась между уровнем воды и численностью данного вида в следующем году. Пищевой фактор, видимо, не оказывает особого влияния на многолетние колебания численности *Ch. plumosus*, поскольку оз. Выртсъярв является эвтрофным водоемом с высокой первичной продукцией, поступающей в трофическую систему данного биоценоза почти полностью через детритную цепь.

Личинки и куколки *Chironomus plumosus* — излюбленная пища бентосоядных рыб. При достаточном количестве личинок этого вида в озере уменьшался пресс рыб на других донных животных и наоборот. Например, угорь поедает около 15 % годовой продукции *Ch. plumosus* [1]. Бентосоядные рыбы в озере многочисленны, однако их количество изменчиво не в такой мере, чтобы стать главной причиной столь обширных флуктуаций в численности донных животных.

Таким образом, кроме периодических изменений наблюдается тенденция к повышению численности хирономид (главным образом *Chironomus plumosus*) и олигохет в профундали озера при одновременном уменьшении численности моллюсков и остальных групп бентосных организмов. Это может быть связано с медленным ростом трофности озера.

Литература

1. Kangur A. An estimation of the eel management in Lake Võrtsjärv // Proc. Acad. Sci. Estonian S.S.R. 1988. Vol. 37, N 3.
2. Timm T. Zoobenthos of Lake Võrtsjärv in 1964-1972 // Estonian contributions to the international biological programme. Tallinn, 1975. Vol. 6.

Институт зоологии и ботаники АН ЭССР

Е. А. Макаrenchенко

НОВЫЙ ВИД РОДА *DIAMESA* MG. (DIPTERA,
CHIRONOMIDAE)

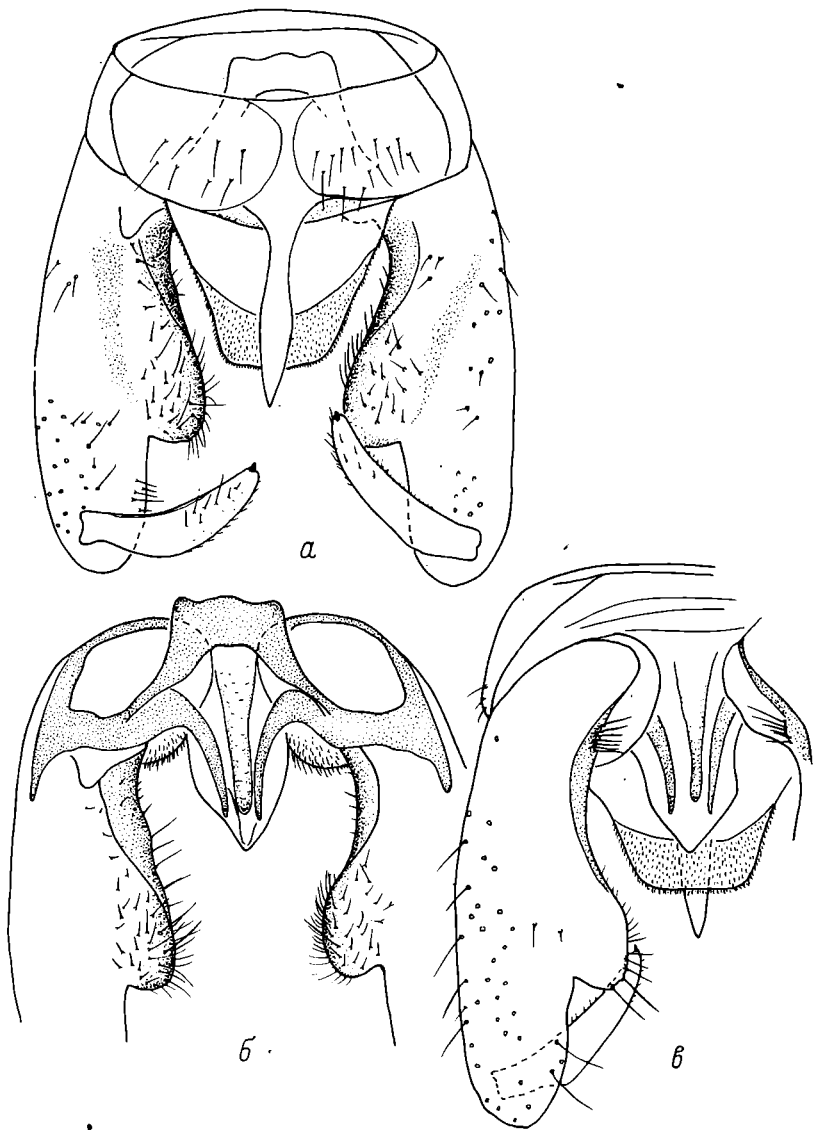
По литературным [3-7] и нашим данным, из рода *Diamesa* на Кавказе обитает 14 видов: *D.aberrata* Lundb., *D.bertrami* Edw., *D.caucasica* Kown., et Kown., *D.kasymovi* Kown. et Kown., *D.lavillei* Ser.-Tos., *D.lindrothi* G., *D.martae* Kown. et Kown., *D.modesta* Ser.-Tos., *D.sakartvella* Kown. et Kown., *D.thienemanni* K., *D.thomasi* Ser.-Tos., *D.tskomelidzei* Kown. et Kown., *D.vaillanti* Ser.-Tos., *D.zernyi* Edw. Ниже мы приводим описание нового для науки вида *D.valentinae* sp.n., самец которого был пойман на ноябрьском снегу в горах бассейна р. Баксан. Еще 2 экземпляра имаго этого вида были обнаружены автором в коллекции Зоологического института АН СССР.

В описании приняты терминология и сокращения по А. И. Шиловой [2], Сэзеру [8] и Е. А. Макаrenchенко [1]. Голотип хранится в коллекциях Биолого-почвенного института ДВО АН СССР (г. Владивосток).

Diamesa valentinae Makartshenko, sp.n.

Материал. Г о л о т и п : самец, Кавказ, окрестности турбазы Терскол, р. Азау, бассейн р. Баксан, около 2000 м над ур.м., 5 XI 1988 (В. Тесленко). П а р а т и п ы : самец, Кавказ, 26 км Закавказской Грузинской дороги, 19 III 1940 (Мурванидзе); самец, Кавказ Теберда, Медвежья балка, 28 XII 1954 (Аренс).

Имаго: самец темно-коричневый (70%-ный этанол), длина 4.2-4.5 мм, TL/WL 1.1. Глаза почковидные, покрыты короткими щетинками, немного выступающими за фасетки. Преокулярных щетинок головы 4-6, вертикальных — 7-12, посторбитальных — 10-14, клипеальных — 10-11. Антенна 14-члениковая, с султанами из длинных щетинок, длина субапикальной щетинки 33 мкм, AR = 1.4. Максиллярный щупик серовато-коричневый, длина его члеников 132 : 181.5 : 191.5 : 247.5 мкм, диаметр кольцевого органа на 2-м членике 16.5 мкм. Доли переднеспинки латерально с 6-8 щетинками, Dc = 10-11, Pa = 10. На щитке около 30 щетинок. Крылья сероватые, с микротрихиями, длина крыла 3.8-4 мм, анальная лопасть хорошо развита и немного выдается вперед, чешуйка по краю с 36 щетинками (135.3-198



Гениталии самца *Diamesa valentinae* sp.n.

а — общий вид, сверху; б — то же, IX тергит
срезан; в — то же, снизу.

мкм). На R и R_1 29 макротрихий, на R_{4+5} — 6. RM немного изогнута, в 2.5 раза длиннее MCu . Ноги коричневые, темно-коричневые; $BR_{1-3} = 1.9-2.7$, $LR_1 = 0.72$, $LR_2 = 0.51$, $LR_3 = 0.69$, $SV_1 = 2.53$, $SV_2 = 3.98$, $SV_3 = 2.83$, $BV_1 = 3.36$, $BV_2 = 4.13$, $BV_3 = 3.72$. На t_1 — 1 шпора (72.6 мкм), на t_2 — 2 (99 и 56 мкм) и гребень из 12 игловидных щетинок (46–79 мкм). Коготок слабо изогнут, на вершине с 5–6 зубчиками. Эмподий немного короче коготка. Пувильлы в виде маленьких шпиков.

Гениталии (см. рисунок, а–в): IX тегит с длинным анальным отростком (237.6 мкм) и 18–23 короткими щетинками (42.9–59.4 мкм), с одной стороны от анального отростка. IX латеростернит с 7–9 щетинками (39.6–42.9 мкм). Гонококсит длинный и стройный, с крупным придатком в виде узкой и длинной лопасти (237.6–247.5 мкм), покрытой дистально и по внутреннему краю многочисленными щетинками (33–52.8 мкм), направленными вовнутрь и вперед. Гоностиль узкий, немного изогнут, в дистальной половине с короткими щетинками (19.8–36.3 мкм) и терминальным шипом (16.5 мкм). Пучок базимедиальных щетинок имеется, но немного редуцирован, число щетинок 14–15 (99–102 мкм), $HR = 2.6$.

Замечание. По строению гениталий самца новый вид близок к *D. vernalis* Makar., *D. vaillanti* и *D. zernyi*, но хорошо отличается от них строением придатка гонококсита.

Этимология. Новый вид назван по имени сотрафни-ка лаборатории пресноводной гидробиологии и ихтиологии Биолого-почвенного института ДВО АН СССР В.А.Тесленко, собравшей в бассейне р.Баксан его и несколько малоизвестных видов хирономид.

Распространение. Известен только из типового местообитания — Кавказа.

Литература

1. Макаrenchенко Е.А. Хирономиды Дальнего Востока СССР. Подсемейства *Podonominae*, *Diamesinae* и *Prodiamesinae* (Diptera, Chironomidae). Владивосток, 1985.
2. Шилова А.И. Хирономиды Рыбинского водохранилища. Л., 1976.
3. Kownacki A., Kownacka M. Chironomidae (Diptera) from the Caucasus. *Diamesa* Waltl group *steiboecki* // Bull. Acad. pol. sci. 1973. T. 21, N 1.

4. Kownacki A., Kownacka M. Chironomidae (Diptera) from the Caucasus. II. *Diamesa* Waltl group *latitarsis* // Bull.Acad.pol.sci. 1973. T.21, N 2.
5. Kownacki A., Kownacka M. Relation of Chironomidae from Tatra and the Caucasus Mts. // Entomol.tidskr. 1974. Suppl.95.
6. Kownacki A., Kownacka M. *Diamesa martae* sp.n. (Diptera, Chironomidae) and geographical distribution of the species of *Diamesa latitarsis* group // Acta hydrobiol. 1980. T.22, N 3.
7. Kownacki A. Spring benthic macroinvertebrate communities of selected streams in the High Caucasus (Azerbaijan SSR) // Hydrobiologia. 1985. Vol.123.
8. Saether O.A. Glossary of chironomid morphology, terminology (Diptera, Chironomidae) // Entomol.scand. 1980. Suppl.14.

Биолого-почвенный институт ДВО АН СССР

УДК 595.7 : 574.5

Н.А.Шобанов, В.М.Бельков

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ
CHIRONOMUS AGILIS SCHOB. ET DJOM.
 (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)
 В ПРИБРЕЖЬЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

При изучении бентоса Рыбинского водохранилища мы нередко встречали личинки *Chironomus* f.l. *reductus* и *Ch.f.l.plumosus-reductus* [3], которые принимали за экологическую расу *Ch.plumosus* (L.) [4]. Электрофоретические исследования гемоглобинов и комплексный таксономический анализ [6] позволили установить, что в Рыбинском водохранилище личинки с редуцированными вентральными отростками представляют собой самостоятельный вид — *Ch.agilis* Schob. et Djom., являющийся сестринским по отношению к *Ch.plumosus*. В связи с этим возник вопрос о различиях биологических и продукционных потенций этих видов. В настоящей работе приводятся результаты изучения сезонной динамики численности, биомассы и возрастной структуры популяции *Ch.agilis*.

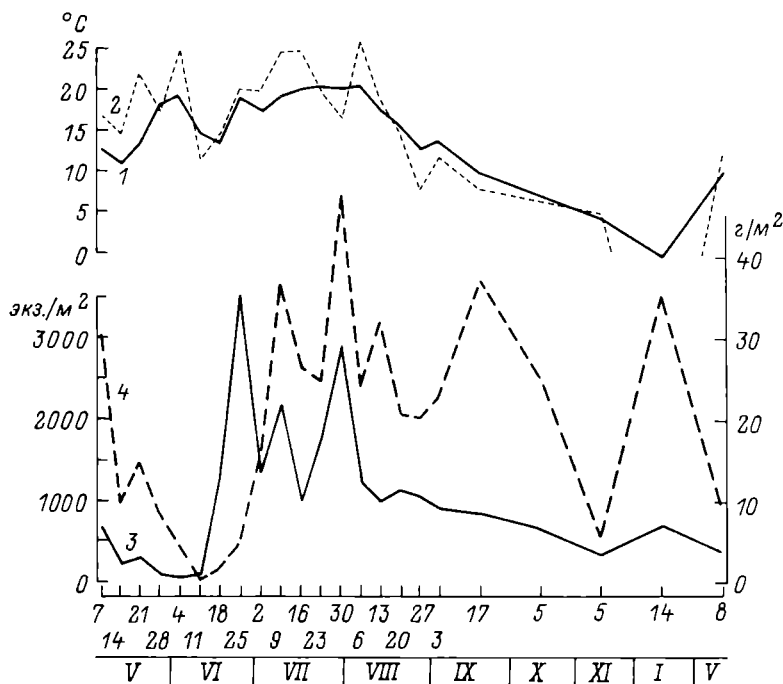


Рис.1. Динамика дневной температуры воды (1) и воздуха (2), численности (3) и биомассы (4) *Chironomus agilis* Schob. et Djom.

По оси абсцисс — дата сбора.

С мая 1984 г. по май 1985 г. были проведены бентосные съемки в защищенном побережье Рыбинского водохранилища (русло Красного ручья). В течение вегетационного периода пробы собирали один раз в неделю, в сентябре сделали 2 сбора, затем до января съемки проводили один раз в месяц. Использовали дночерпатель Экмана—Берджи с площадью захвата $1/40 \text{ м}^2$. Каждая проба включала 3 подъема дночерпателя. Грунт отмывали в мешках из шелкового газа № 25. Материал выбирали живым и фиксировали 4%-ным раствором формалина. При определении личинок использовали морфологические описания и определительные ключи для личинок *Chironomus* группы *plumosus* [6]. Фазы IV личиночного возраста устанавливали по степени развития имгинальных дисков [2].

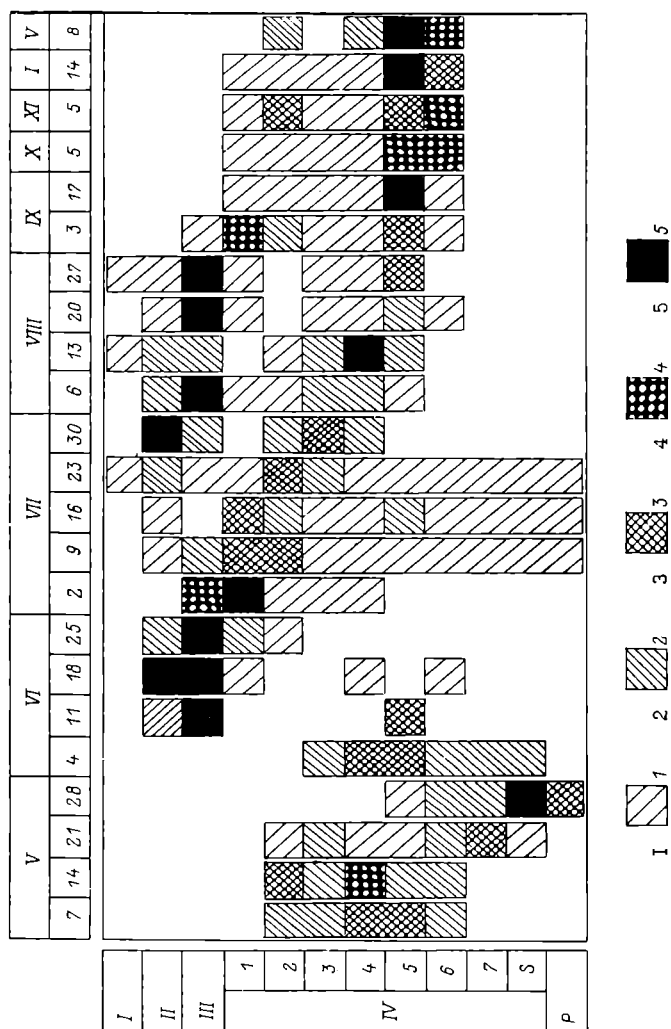


Рис.2. Динамика структуры популяции *Chironomus agilis* Schob. et Djom.

Относительная численность, %: 1 — 1-10, 2 — 11-20, 3 — 21-30, 4 — 31-40, 5 — 41-100. По оси ординат: римские цифры — возраст, арабские — фаза развития личинок IV возраста, S — предкуколка, P — куколка; по оси абсцисс — дата сбора.

В исследованном биотопе донные отложения представляли собой смесь песка с грубодетритным темным илом. Максимальная глубина (2.1 м) наблюдалась весной, к осени она уменьшилась до 1–1.4 м, в январе уровень воды составил 0.6 м, а в феврале вода промерзла до грунта. Максимальная придонная температура была отмечена в июле–августе (20.9 °C) (рис.1).

Численность личинок *Ch.agilis* (рис.1) после зимовки составляла 300–700 экз./м², затем в начале июня снизилась до 100 экз./м². Наиболее ярко выраженные ее пики отмечались в конце июня и июля (соответственно 3520 и 2860 экз./м²). В августе плотность популяции стабилизировалась и в дальнейшем постепенно уменьшалась. Биомасса *Ch.agilis* (рис.1) в мае 1984 г. превышала 30 г/м². Последующее ее снижение продолжалось до середины июня, когда был зарегистрирован минимум биомассы (1.56 г/м²). К началу июля она была уже выше майских показателей; дальнейшие ее изменения отражают скорее неравномерность расселения личинок и их размерную неоднородность, нежели какие-то процессы, происходящие в популяции.

При изучении динамики возрастной структуры популяции *Ch.agilis* учитывали возраст и фазы развития личинок IV возраста (рис.2), которые находились в популяции после зимовки во 2–6-й фазах. В конце мая большая часть популяции была представлена личинками старше 5-й фазы, предкуколками и куколками. Первое появление молоди (II–III возраст) было зарегистрировано 11 июня, личинки этих возрастов превалировали до конца месяца. Второе появление куколок отмечалось с 9 по 23 июля. В это время возрастной состав популяции был наиболее пестр: в пробах встречались личинки всех возрастов и фаз, предкуколки и куколки. С конца июля до сентября структура популяции имела бимодальный характер; мы наблюдали как бы 2 волны развития — одна была представлена личинками IV возраста 2–6-й фаз (первая генерация), другая — в основном личинками II–III возрастов (вторая генерация). С конца сентября основная часть популяции состояла из личинок 5–6-й фаз развития, III возраст отсутствовал. Личинки 1-й фазы IV возраста встречались в январских пробах (в мае 1985 г., так же как и в мае 1984 г., они не были обнаружены).

Таким образом, в прибрежье Рыбинского водохранилища можно отметить 2 вылета *Ch.agilis*: первый — полный, длящийся с конца мая до конца июня (судя по встречающимся в середине июня личинкам IV возраста 4–6-й фаз развития), и второй, неполный, начавшийся в первой половине июля и продолжавшийся до третьей декады августа, о чем свидетельствует наличие в конце этого месяца личинок I и II возрастов, т.е. жизненный цикл и продукционные возможности изученного вида сходны с таковыми *Ch.plumosus* на глубинах, не превышающих 2 м [5]. Исходя из сроков развития первой летней генерации (которые составляют около 7 нед) и учитывая благоприятный температурный режим в июле и начале августа, можно допустить возможность 3-го вылета. Однако мы считаем это маловероятным, в связи с тем что повышение плотности популяции влечет за собой десинхронизацию и увеличение сроков развития мотыля [1], а численность личинок *Ch.agilis* во 2-й половине июля и 1-й половине августа в 2–4 раза превышала численность перезимовавших личинок в начале мая.

При сопоставлении динамики структуры популяции *Ch.agilis* с динамикой придонной температуры можно увидеть, что весной заметные изменения возрастного состава популяции стали происходить после того, как температура воды превысила 13 °C. С середины сентября, когда последняя опустилась ниже 12 °C, структура популяции оставалась практически неизменной до января. Вероятно, это свидетельствует о том, что личинки *Ch.agilis* могут развиваться при температуре выше 12–13 °C, в более холодной воде метаморфоз затормаживается. Исчезновение весной личинок 1-й фазы IV возраста, которые встречались в осенних и январских пробах, мы связываем с элиминацией. По-видимому, промерзание, ежегодно наблюдающееся в этом биотопе, могут переносить только личинки старше 2-й фазы IV возраста.

Литература

1. Гундерина Л.И., Кикнадзе И.И. Изучение возможности синхронизации развития личинок *Chironomus thummi* Kieff. // Онтогенез. 1982. Т.13, № 2.
2. Ильинская Н.Б., Иордан М.С. Развитие грудных зародышевых дисков у личинок IV возраста *Chironomus plumosus* L. (Diptera, Chironomidae) // Биология внутренних вод: Информ.бюл. Л., 1977. № 33.

3. Поддубная Т.Л. Состояние бентоса Рыбинского водохранилища в 1953–1955 гг. // Тр.биол.ст. „Борок“. М.; Л., 1958. Вып.3.
4. Шилова А.И. Материалы по биологии мотыля (*Tendipes* Mg.) Рыбинского водохранилища // Тр. биол.ст. „Борок“. М.; Л., 1958. Вып.3.
5. Шилова А.И., Шобанов Н.А. Таксономические и биологические особенности трех микропопуляций *Chironomus plumosus* L. Рыбинского водохранилища (*Diptera, Chironomidae*) / Тр.Всесоюз. совещания-семинара по модельным видам водных беспозвоночных. Паланга, 10–15 октября, 1983. С.86–99. Деп. в ВИНТИ 28.05.84, № 3494–84 деп.
6. Шобанов Н.А., Демин С.Ю. *Chironomus agilis* — новый вид из группы *plumosus* (*Diptera, Chironomidae*) // Зоол.журн. 1988. Т.67, № 10.

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

УДК 574.622 : 577.1 : 591.132 : 597

В.В.Кузьмина, М.Л.Галактионова

АКТИВНОСТЬ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ У ЛЕЩА ИЗ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛЖСКОГО КАСКАДА. СООБЩЕНИЕ 1. ПРОТЕАЗЫ

Эффективность питания рыб зависит не только от состояния кормовой базы водоемов, но и от способности их переваривать пищевые субстраты. Особая роль в процессах пищеварения принадлежит протеазам — группе ферментов, обеспечивающих деполимеризацию белковых компонентов корма, данные об уровне активности которых в кишечнике у массовых видов рыб из разных водоемов отсутствуют. Цель настоящей работы состояла в оценке эффективности питания леща, обитающего в водохранилищах Волжского каскада, на основе определения соотношения уровня общей протеолитической активности в слизистой и содержимом кишечника, а также степени изменчивости этих показателей.

Было исследовано 249 экземпляров леща (*Abramis brama* (L.)) из различных волжских водохранилищ. Материал в Рыбинском водохранилище собирали 26–30 сентября 1989 г. Методы исследования были подробно

описаны ранее [1]. Длина тела рыб, изученных нами в августе-сентябре, варьировала в пределах 202-435 мм (см.таблицу). Вместе с тем у рыб из относительно малых водоемов наблюдалась тенденция к увеличению массы порки по мере перехода от верхневолжских к нижневолжским водохранилищам. Средние значения этого показателя для рыб Иваньковского водохранилища не достигали 400 г, Угличского — 500, Горьковского, Чебоксарского и Саратовского — были близки к 550, Волгоградского — 900 г. Рыбы более крупных водоемов выпадали из этого ряда. Неожиданно низкие средние значения размера и массы были обнаружены у выборки леща из Куйбышевского водохранилища. Средняя масса леща из северо-западной части Рыбинского водохранилища, выловленного в первой половине нагульного периода, напротив, была значительно выше таковой рыб Верхней и Средней Волги (см.таблицу). В направлении от Иваньковского водохранилища до Волгоградского также возрастало отношение массы порки к длине тела (по средним значениям). Исключение, как и в предыдущем случае, составляли рыбы, обитающие в наиболее крупных Куйбышевском и Рыбинском водохранилищах.

Уровень общей протеолитической активности слизистой кишечника — интегральный показатель интенсивности гидролиза белковых компонентов пищи за счет механизма мембранного пищеварения. Минимальная активность протеаз в расчете на 1 г сырой массы ткани как в слизистой, так и содержимом кишечника (химусе), была обнаружена у леща Иваньковского, максимальная — у рыб Угличского водохранилища.

Активность ферментов в содержимом кишечника, как правило, была выше, чем в слизистой, или близка к ней. При этом средние значения активности протеаз в химусе рыб из 4 водохранилищ Верхней и Средней Волги (Иваньковское, Рыбинское, Горьковское и Чебоксарское) были в 1.3-1.7 раза выше, чем в слизистой, а у рыб из остальных водоемов — приблизительно равными. Особое внимание следует обратить на различия коэффициентов вариации исследованных показателей, в частности на достаточно низкие величины CV общей протеолитической активности химуса.

Полученные результаты свидетельствуют о значительной роли полостного пищеварения в процессах протеолиза у леща всех исследованных выборок, а также о большей стабильности характеристик полостного, в остальных водоемах — с 16 августа по 10

Морфофизиологическая характеристика леща из водохранилищ Волжского каскада

Водохранилище	Количество исследованных рыб	Длина рыб по Смиуту, мм	Длина тела, мм	Масса рыбы, г
Иваньковское	19	257-340 292±5	232-312 265±5	300-690 424±22
		(7.1)	(7.9)	(23.1)
Угличское	10	290-365 333±8	280-334 306±7	405-765 565±44
		(7.8)	(6.9)	(25.1)
Рыбинское	140	220-479 335±4	202-435 306±4	160-1520 640±25
		(15.7)	(15.8)	(47.0)
Горьковское	17	282-390 329±7	270-360 303±6	400-905 615±38
		(8.9)	(8.5)	(25.3)

Чебоксарское	16	$\frac{252-420}{326\pm 11}$	(14.0)	$\frac{230-385}{298\pm 11}$	(14.4)	$\frac{240-1240}{607\pm 69}$	(45.2)
Куйбышевское	16	$\frac{256-340}{286\pm 6}$	(8.8)	$\frac{230-310}{261\pm 6}$	(9.1)	$\frac{270-695}{393\pm 33}$	(33.3)
Саратовское	18	$\frac{265-425}{318\pm 12}$	(15.4)	$\frac{245-395}{293\pm 11}$	(15.3)	$\frac{315-1390}{623\pm 76}$	(51.9)
Волгоградское	3	$\frac{267-420}{342\pm 44}$	(22.4)	$\frac{290-390}{351\pm 31}$	(15.2)	$\frac{440-1660}{1010\pm 354}$	(60.9)

Чебоксарское	$\frac{230-1050}{534 \pm 57}$	$\frac{(42.4)}{1.79}$	$\frac{0.51-3.03}{1.66 \pm 0.19}$	$\frac{1.50-4.04}{2.78 \pm 0.18}$	$\frac{2.30-6.96}{4.46 \pm 0.30}$
					(27.0)
Куйбышевское	$\frac{235-615}{353 \pm 29}$	$\frac{(32.8)}{1.35}$	$\frac{1.63-3.20}{2.40 \pm 0.12}$	$\frac{1.40-3.09}{2.49 \pm 0.12}$	$\frac{3.08-6.01}{4.89 \pm 0.19}$
					(15.6)
Саратовское	$\frac{285-1220}{551 \pm 66}$	$\frac{(50.5)}{1.88}$	$\frac{0.95-3.25}{2.43 \pm 0.15}$	$\frac{1.52-2.97}{2.32 \pm 0.15}$	$\frac{3.09-5.50}{4.75 \pm 0.18}$
					(16.2)
Волгоградское	$\frac{390-1400}{872 \pm 291}$	$\frac{(57.8)}{2.48}$	$\frac{1.74-3.20}{2.45 \pm 0.42}$	$\frac{2.30-2.69}{2.45 \pm 0.12}$	$\frac{4.04-5.89}{4.90 \pm 0.54}$
					(19.0)

Примечание. Над чертой - амплитуда колебания, под чертой - среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего, в скобках - коэффициент вариации показателей.

ных ферментов. Последнее, по всей вероятности, обусловлено достаточно высокой активностью ферментных систем жертвы, обеспечивающих процессы индуцированного аутолиза объектов питания [2]. Характер изменения суммарной активности протеаз в содержимом и слизистой кишечника у рыб из разных водоемов был сходен с таковым хмуса. Так, в 6 из 8 исследованных водоемов средние значения активности протеаз в кишечнике леща были исключительно близки и составляли 4–4.9 мкмоль/мин, в Ивановском водохранилище — 1.9, в Угличском — 6.9 мкмоль/мин.

Поскольку размер и масса рыб в значительной мере обусловлены факторами, действующими в период, предшествующий нагулу, а активность ферментов слизистой кишечника — во время нагула (продолжительность жизни энтероцитов у рыб летом может составлять несколько недель), то на основании полученных материалов можно предположить, что относительно плохие условия существования до последнего времени были у леща Куйбышевского и Ивановского водохранилищ, более благоприятные — у рыб из Рыбинского и водоемов Нижней Волги. В период нагула 1989 г. ситуация несколько изменилась — улучшились условия питания (его эффективность) рыб в Угличском и Куйбышевском водохранилищах и несколько ухудшились в Саратовском и Волгоградском. Стабильно плохими остались условия жизнедеятельности и питания леща в Ивановском и достаточно благоприятными — в северо-западной части Рыбинского водохранилища.

Литература

1. Кузьмина В.В., Егорова С.Д. Морфофизиологическая характеристика щуки и леща на ранних этапах онтогенеза (размерно-весовой рост и активность протеаз) / ИБВВ АН СССР. 1988. 44 с. Деп. в ВНИТИ. 14.01.88, № 319-B88 деп.
2. Уголев А.М., Кузьмина В.В. Роль процессов индуцированного аутолиза в пищеварении гидробионтов // Журн.эволюц.биохимии и физиологии. 1988. Т.24, № 5.

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

В.В.Кузьмина, С.Ж.Муржекенова

**АКТИВНОСТЬ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ГИДРОЛАЗ
У МОЛОДИ ПЛОТВЫ И ОКУНЯ ИЗ РЕКИ СИТЬ**

Сведения о гидролитических функциях пищеварительной системы молоди рыб, обитающих в естественных водоемах, фрагментарны [1]. Вместе с тем темпы развития различных систем организма и роста личинок и мальков в значительной мере зависят от их обеспеченности пищей, а также способности усваивать отдельные компоненты корма. Одним из наиболее важных факторов, лимитирующих интенсивность процессов пищеварения, является скорость становления ферментных систем пищеварительного тракта молоди рыб. В связи с этим особую значимость приобретает контроль за состоянием пищеварительной системы массовых видов рыб из естественных водоемов, в частности из малых рек, в которые производители заходят на нерест.

Цель данной работы состояла в изучении активности основных групп ферментов, обеспечивающих гидролиз белковых и углеводных компонентов корма в пищеварительном тракте у молоди плотвы (*Rutilus rutilus* (L.)) и окуня (*Perca fluviatilis* L.). Материал собирали в августе 1988 г. в устье (низовье) р.Сить и на участке, расположенном на 6-7 км выше по течению (верховье), т.е. в районах, служащих нерестилищами для рыб Рыбинского водохранилища. Методы определения ферментативной активности были описаны ранее [2].

При исследовании плотвы обнаружили, что молодь из верховья р.Сить значительно крупнее, чем из устья (табл.1); больше и масса кишечников при разных способах ее оценки (с содержимым и без него). Коэффициенты вариации показателей длины тела у рыб из верховья были несколько ниже, массы порки — выше, чем у рыб из устья. Величины коэффициента вариации массы кишечника с содержимым оказались выше у рыб из низовья, без содержимого — у рыб из верховья. Уровень активности кислых протеиназ у тех и других был достаточно близок, активность щелочных протеиназ в слизистой кишечника у рыб из верховья в 1.7 выше, чем у рыб из устья; активность α -амилазы в суммарных пробах кишечника с содержимым, напротив, выше у рыб из низовья (в 1.4 раза), что может свидетельствовать о большем со-

Таблица 1

Морфофизиологические характеристики молоди плотвы из р. Сить

Показатели	Низовые (л = 23)		Верховые (л = 28)	
	I	II	I	II
Длина по Смуту, мм	47.1±0.9	40.0-57.0 (8.9)	62.5±0.9	45.0-63.0 (8.3)
Длина тела, мм	41.7±0.8	35.0-50.0 (9.5)	56.9±0.9	51.0-69.0 (7.6)
Масса кишечника без смыва, мг	49.7±4.8	31.0-71.0 (28.7)	63.5±3.5	45.0-90.0 (21.6)
Масса кишечника со смывом, мг	39.4±2.6	25.0-56.0 (23.9)	45.0±3.4	51.0-69.0 (27.0)
Масса порки, г	1.08±0.03	0.8-1.3 (11.8)	1.72±0.06	1.3-2.3 (19.2)
Общая протеолитическая активность, рН 4.0, мкмоль/(г·мин)	3.94±0.59 3.25±0.59	1.66±7.95 (54.4) 1.29-5.92 (57.0)	3.61±0.47 2.83±0.42	1.85±6.66 (28.4) 1.29-5.35 (42.1)
Общая протеолитическая активность, рН 7.4, мкмоль/(г·мин)	3.63±0.53 5.20±0.59	2.77-6.66 (53.1) 2.03±10.7 (59.1)	6.3±0.52 6.44±0.47	3.51±8.88 (31.0) 2.59-9.99 (28.4)
Общая аμιолитическая активность, мкмоль/(г·мин)	8.56±0.67 10.8±0.64	5.32-13.03 (28.5) 9.04-15.30 (18.7)	9.48±1.06 11.5±0.49	4.44-15.3 (40.7) 8.51-15.9 (19.2)
Активность α-амилазы, мг/(г·мин)	45.8±4.7 51.9±3.1	38.6-71.4 (36.9) 38.6-67.5 (18.9)	46.2±5.6 37.9±4.4	27.9-75.3 (43.6) 34.7-58.4 (45.2)

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3: I - средняя и стандартная ошибка средней, II - амплитуда колебания; в скобках - коэффициент вариации показателя над чертой - кишечник без содержания, под чертой - кишечник с содержанием; л - количество исследованных рыб.

Таблица 2

Морфологическая характеристика молоди окуня из р.Сить

Показатели	Низовье ($n = 32$)		Верховье ($n = 40$)	
	I	II	I	II
L_1	61.2±0.9	51.0-73.0 (8.0)	66.8±0.8	56.0-89.0 (7.9)
L_2	55.6±0.8	47.0-64.0 (8.1)	61.2±0.1	51.0-81.0 (7.9)
M	2.8±0.1	2.2-3.6 (13.2)	3.3±0.2	2.1±8.4 (30.6)
m_1	84.8±13.4	53.0-219.0 (63.1)	70.0±5.0	35.0-133.0 (31.3)
m_2	76.2±8.0	55.0-117.0 (29.9)	66.2±3.7	49.0-110.0 (25.8)
m_3	97.6±7.8	49.0-205.0 (36.6)	100.0±10.3	59.0-235.0 (44.8)
m_4	60.9±6.2	35.0-95.0 (33.5)	85.9±4.7	52.0-150.0 (25.1)

П р и м е ч а н и е. L_1 - длина по Смиру, мм; L_2 - длина рыбы, мм; M - масс порки, г; m_1 - масса желудка без смыва, мг; m_2 - масса желудка со смывом, мг; m_3 - масса кишечника без смыва, мг; m_4 - масса кишечника со смывом, мг.

Таблица 3

Уровень ферментативной активности
в пищеварительном тракте молоди окуня из р. Сить

Показатели	Желудок		Кишечник	
	I	II	I	II
	Низовые (n = 32)			
Общая протеолитическая активность, рН 4.0, мкмоль/(г·мин)	1.76±0.23	0.74-2.77 (37.3)	4.29±0.38	2.59-6.29 (29.8)
	2.10±0.54	0.97-8.14 (103.0)	6.13±0.4	2.77-8.88 (30.5)
Общая протеолитическая активность, рН 7.4, мкмоль/(г·мин)	5.94±1.06	6.10-9.06 (50.6)	8.01±0.83	4.20-14.4 (34.2)
	7.15±0.95	6.21-14.1 (53.0)	8.14±0.77	1.11-15.5 (42.1)
Общая амилалитическая активность, мкмоль/(г·мин)	-	-	1.79±0.2	0.98-2.94 (37.9)
	-	-	3.08±0.3	1.4-5.70 (44.2)
Активность α-амилазы, мг/(г·мин)	-	-	12.5±3.0	8.0-28.0 (79.3)
	-	-	20.8±2.5	16.0-42.0 (54.1)

Таблица 3 (продолжение)

Показатели	Желудок		Кишечник	
	I	II	I	II
Общая протеолитическая активность, рН 4.0, мкмоль/(г·мин)	Верхние (n = 40)			
	2.10±0.26	1.85-5.36 (57.1)	3.63±0.34	2.03-8.14 (43.2)
Общая протеолитическая активность, рН 7.4, мкмоль/(г·мин)	2.01±0.38	1.29-6.10 (82.5)	5.94±0.48	2.77-8.88 (35.1)
	1.98±0.35	2.22-4.62 (81.8)	8.78±0.79	1.4-14.4 (41.1)
Общая амилолитическая активность, мкмоль/(г·мин)	2.06±0.23	0.37-3.33 (48.8)	8.38±0.77	1.11-15.5 (40.0)
	-	-	2.58±0.26	0.98-4.76 (49.0)
Активность α-амилазы, мг/(г·мин)	-	-	2.43±0.41	1.4-5.74 (73.1)
	-	-	11.2±1.3	9.4-23.5 (72.9)
			14.9±1.7	11.7-25.8 (49.7)

держании в пище первых белковых, в пище вторых — углеводных компонентов.

Окунь отличался более высоким темпом роста по сравнению с плотвой (табл.2). Длина тела по Смит у исследованных рыб колебалась от 51 до 89 мм. При этом размер экземпляров из верховья был выше, чем из низовья. Особо следует отметить различия в массе желудка и кишечника у молодежи из разных группировок. Масса желудка, не содержащего пищевого комка, была выше (в 1.2 раза) у рыб из низовья, кишечника без химуса, напротив, выше у особей из верховья (в 1.4 раза).

Как известно, для желудочных рыб характерно наличие пепсинокислого пищеварения. В связи с этим можно было бы ожидать, что общая протеолитическая активность в желудке в зоне кислых значений pH будет гораздо выше, чем в зоне слабощелочных. Вместе с тем при обоих экспериментальных условиях окунь из выборки верховья не выявил достоверных различий в уровне общей протеолитической активности при pH 4.0 и 7.4 (табл.3.). Исследование рыб, обитающих в низовье, показало более высокую активность желудочных протеиназ при pH 7.4 (в 3.4 раза выше при обоих способах определения активности). Уровни общей протеолитической и амилалитической активности в кишечнике рыб разных группировок различались незначительно. У рыб из низовья следует отметить лишь несколько большую общую амилалитическую активность препаратов, содержащих химус. Наибольшие различия были обнаружены при исследовании α -амилазы. Активность этого фермента в пробах, содержащих химус, у рыб из низовья в 1.4 раза выше по сравнению с таковой тканей кишечника и химуса у рыб из верховья.

Полученные данные свидетельствуют о том, что размер и масса молодежи рыб из верховья превышали аналогичные показатели особей из устья р.Сить. Морфологические, в частности размерные, характеристики молодежи плотвы из разных мест обитания различались в большей степени, чем у окуня. Активность одноименных карбогидраз у плотвы была в 2-3 раза выше, чем у окуня; щелочных протеиназ — напротив, ниже. Корреляция между значениями активности различных ферментов и размерами рыб из разных группировок, как правило, отсутствовала. Однако пересчет первой на массу всего кишечника показывает, что тотальная активность всех кишечных гидролаз у молодежи обоих видов рыб из верховья р.Сить была в 1.2-2 раза выше, чем у рыб из низовья.

Важно обратить внимание на большую массу тканей желудка (в 1.3 раза) и более высокий уровень активности желудочных протеиназ (в 3-3.5 раза), сочетавшийся с меньшей (в 1.3 раза) массой тканей кишечника, у рыб из низовья. Тотальная активность протеиназ тканей желудка у окуней из низовья и верховья при pH 7.4 равнялась соответственно 452 и 131, кишечника — 487 и 754 мкмоль/мин. Эти данные указывают на различия в типе питания рыб: особи, обитавшие в низовье, в большей мере хищничали, чем рыбы из верховья р.Сить.

По всей вероятности, темпы формирования пищеварительной системы и роста молоди плотвы и окуня из верховья на ранних этапах онтогенеза были выше, чем у рыб из низовья. Однако смена типа питания у окуней из устья р.Сить привела к увеличению функциональной нагрузки желудка, позволяющему усилить процессы протеолиза, что в свою очередь привело к нивелированию различий в размере и массе рыб к концу первого нагульного периода.

Литература

1. Ильина И.Д., Турецкий В.И. Развитие пищеварительной функции у рыб // *Вопр.ихтиологии*. 1987. Т.27, вып.5.
2. Уголев А.М., Кузьмина В.В. Роль процессов индуцированного аутолиза в пищеварении гидробионтов // *Журн.эволюц.биохимии и физиологии*. 1988. № 5.

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

УДК 597-111.105(28)

В.И.Мартемьянов

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ЭЛЕКТРОЛИТОВ В ПЛАЗМЕ КРОВИ И ГОНАДАХ ПОЛОВОЗРЕЛЫХ САМОК ЛЕЩА ПРИ СТРЕССЕ

В рыбоводной практике производителей (особенно перед нерестом) подвергают различным манипуляциям, которые приводят их в состояние чрезмерного напря-

жения, в результате чего содержание электролитов в плазме крови, эритроцитах и мышечной ткани рыб существенно изменяется [2,3]. В то же время сведения о влиянии стрессорных воздействий на содержание электролитов в гонадах отсутствуют, хотя изменение их концентраций может существенно сказаться на качестве половых продуктов со всеми вытекающими отсюда неблагоприятными последствиями для последующих стадий развития рыб. Известно, что катионы играют важную роль в различных физиолого-биохимических процессах как на клеточном, так и организменном уровнях. В частности, ионы калия участвуют в контроле конформации ферментного комплекса пируваткиназы, а магния — в формировании 3 его основных частей [6]. Калий активирует некоторые ферменты (например, трансферазы, включая АТФ) и играет центральную роль в поддержании нормальной возбудимости мембран [4,5].

Цель настоящей работы состояла в установлении степени влияния стрессорного воздействия, каковыми являются отлов и транспортировка, на концентрацию катионов натрия, калия, кальция и магния в гонадах и плазме крови производителей леща *Abramis brama* L.

11 мая 1988 г. были пойманы 18 половозрелых самок леща за одно 10-минутное притонение невода на нерестилище устья р.Сить при температуре воды 10 °С. Пробы крови и гонад у 6 особей взяли сразу после отлова, у остальных — через 2 и 3 ч после того, как пойманную рыбу отбуксировали в сетчатом садке на расстояние около 3 км. Анализ и обработку крови и 150–200 мг икры, полученной из середины правой гонады, производили таким же образом, как ранее, соответственно крови и мышечной ткани [3].

При стрессе в плазме крови из 4 элементов ионного обмена только концентрация калия имела явно выраженную тенденцию к повышению (см.таблицу), однако по масштабу изменений она была в 8 раз меньше полученной в предыдущем исследовании [1], в котором к тому же наблюдалось еще и понижение концентрации кальция.

Причина различий, возможно, кроется в том, что предыдущие материалы были получены на рыбах из ослабленных популяций, вследствие чего сходные стрессорные воздействия могли вызвать у них несколько большие по величине изменения.

За первые 3 ч пребывания рыб в возбужденном состоянии икра теряла до 21 % магния и 19 % калия (см.таблицу), тогда как убыль в содержании натрия

Динамика содержания электролитов в плазме крови (ммоль/л) и гонадах (ммоль/кг сырой массы) половозрелых самок леща при стрессе

Время от начала воздействия, ч	Натрий	Калий	Кальций	Магний	Вода, %
	Плазма				
0.17	137±1	1.0±0.3	3.3±0.3	1.3±0.1	-
2	138±1	1.3±0.2	3.1±0.3	1.3±0.1	-
3	136±1	1.7±0.3	3.3±0.3	1.4±0.1	-
	Икра				
0.17	30.2±1.8	74.1±1.1	4.3±0.5	11.1±0.3	66.9±0.7
2	27.2±1.3	65.2±1.1	4.5±0.5	10.1±0.6	66.5±1.0
3	27.4±1.6	60.0±3.6	3.5±0.3	8.8±0.6	65.9±0.6

и кальция была недостоверной. Стабильность содержания воды в гонадах подтверждала это положение. В то же время, как было показано нами ранее [2, 3], при аналогичном стрессорном воздействии концентрация калия в эритроцитах и мышцах снижалась, что свидетельствует об общности механизмов, вызывающих этот эффект в различных тканях рыб.

Таким образом, стрессорные воздействия вызывают снижение концентрации калия и магния в гонадах самок леща, что может привести к выметыванию половых продуктов с дефицитом данных катионов. Это может отразиться на ходе последующих процессов, связанных с оплодотворением и развитием икры.

Литература

1. Запруднова Р.А., Мартемьянов В.И. Сезонные изменения концентрации ионов в плазме крови пресноводных рыб // Вопр. ихтиологии. 1988. Т.28, № 4.
2. Мартемьянов В.И. Динамика концентрации электролитов у пресноводных рыб при стрессе // Пресноводные гидробионты и их биология. Л., 1983.
3. Мартемьянов В.И., Запруднова Р.А. Динамика концентрации электролитов в плазме крови, эритро-

- цитах и мышечной ткани пресноводных рыб при стрессе // Биологические науки. 1982. № 10.
4. **Marchis-Mouren G.** Pancreatic juice enzymes in mammals // Bull.Soc.chim.biol. 1965. Vol.47.
 5. **Marisal R.N., Lenhoff H.M.** Stimulation of feeding in carals // J.Exp.Biol. 1968. Vol. 49.
 6. **Mildvan A.S., Cohn M.** Kinetic and magnetic resonance studies of the pyruvate kinase reaction. II. Complexes of enzyme, metal and substrates // J.Biol.Chem. 1966. Vol.241.

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

УДК 597.08 : 543.544

В.В.Халько

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОСФОЛИПИДНОГО СОСТАВА ТКАНЕЙ РЫБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРСУЛЬФАТА КАЛИЯ

В практике хроматографического анализа фосфолипидного состава тканей животных количественное определение каждой из фракций осуществляется, как правило, в 4 этапа: 1) минерализация выделенной фракции фосфолипидов; 2) получение фосфорно-молибденового комплекса; 3) его восстановление некоторыми соединениями (хлорид олова, аскорбиновая кислота, эйконоген, гидрохинон и др.) в кислой среде, приводящее к синему окрашиванию; 4) сопоставление оптической плотности полученного раствора с данными калибровочного графика, построенного по фосфату калия, дающее представление о содержании фосфора в пятне на хроматограмме и, следовательно, о количестве индивидуального фосфолипида в пробе.

Минерализацию фосфолипидов обычно проводят сильными кислотами, чаще всего хлорной [4,6,7,10]. Иногда используют смесь концентрированной серной и хлорной кислот (1 : 1) [3] или концентрированную азотную кислоту [5], что в целом требует соблюдения особых мер предосторожности, так как при их нагревании до 100–180 °С и выше часто происходит неконтролируемое выбрасывание содержимого пробирок (особенно при использовании хлорной кислоты), выделение вредных соединений хлора, серы или окислов

азота. Кроме того, применение в этих методах самого чувствительного восстановителя — хлорида олова [7] связано с дополнительными затратами времени на предварительную нейтрализацию и удаление остатков окислителя [6]. Использование других, менее чувствительных восстановителей, требует большего количества липидного материала для тонкослойной хроматографии, что в свою очередь ухудшает качество разделения фосфолипидов на фракции [9]. Все это в значительной мере затрудняет проведение серийных определений фосфолипидного состава проб, необходимых для решения широкого круга задач, в частности при популяционных исследованиях в ихтиологии.

Для устранения отмеченных недостатков нами была предпринята попытка определения количественного состава фосфолипидов рыб после хроматографии их смеси в тонком слое адсорбента с использованием в качестве окислителя липид персульфата калия ($K_2S_2O_8$), а в качестве восстановителя фосфомолибдата стабилизированного сульфатом гидразина раствора хлорида олова, широко применяемых в гидрохимии при оценке концентрации фосфора в воде [1] и взвешенных веществах [2]. Последний метод пригоден также для анализа донных отложений и почв.

Липиды экстрагировали смесью хлороформа и метанола (2 : 1) из зрелой икры леща (IV стадия зрелости гонад), отловленного весной в прибрежье Рыбинского водохранилища. После очистки от водорастворимых примесей экстракты выпаривали на ротаторном испарителе и из сухого остатка готовили 2.5%-ный раствор липидов в аналогичной смеси растворителей. На хроматографическую пластинку из стекла (12 x 18 см) с закрепленным слоем силикагеля наносили 5 проб исследуемого раствора, каждая из которых содержала 600–700 мкг липидного материала. Для отделения лизофосфатидилхолина в адсорбент добавляли 0.4 % сульфата аммония [9]. Разделение фосфолипидов на фракции проводили в системе растворителей хлороформ—метанол—вода (65 : 25 : 4) при температуре 4 °С. После развития хроматограммы и испарения с нее остатков растворителей пластинку проявляли опрыскиванием ее 40%-ным раствором серной кислоты с последующим выдерживанием при 120 °С в течение 15 мин. Проявленные пятна идентифицировали как путем непосредственного сравнения их хроматографической подвижности с подвижностью липидов-стандартов, так и по цветным специфическим реакциям на каждую группу фосфолипидов [6,8].

Обнаруженное и идентифицированное пятно липидов снимали с пластинки и переносили в 20-миллилитровую пробирку, откалиброванную на объемы 5 и 10 мл. Для контроля одновременно в другую пробирку вносили чистый адсорбент, снятый с этой же пластинки и по площади равный площади пятна основной пробы.

В опытные и контрольные пробирки мерником засыпали по 0.1 г персульфата калия, добавляли по 5 мл дистиллированной воды, 0.1 мл 7 н. раствора серной кислоты и помещали на 1 ч в кипящую водяную баню. Затем пробирки охлаждали до комнатной температуры и дистиллированной водой доводили в них объем жидкости до 10 мл. Последовательно приливали по 0.1 мл 7 н. раствора серной кислоты, 0.2 мл 2.5%-ного раствора молибдата аммония в 0.7 н. серной кислоте и добавляли по одной капле восстановителя, тщательно перемешивая после каждой операции. Полученный в пробирках раствор приобретал синий цвет. Затем их содержимое переносили в центрифужные пробирки объемом немногим более 10 мл и центрифугировали в течение 7-10 мин при 4000 об./мин. Оптическую плотность супернатантов, которая не изменялась по крайней мере в течение 1 ч, измеряли на спектрофотометре СФ-26 в сантиметровых кюветах при длине волны 720 нм. По разнице их значений в опытных и контрольных пробирках и данным калибровочного графика, построенного по фосфату калия (K_2HPO_4), судили о содержании фосфолипидов в каждом пятне на хроматограмме.

Для приготовления восстановителя 0.25 г металлического олова растворяли при нагревании в 3 мл концентрированной соляной кислоты. Полученный хлорид олова смешивали с раствором сульфата гидразина (1 г в 30 мл дистиллированной воды) и общий объем доводили дистиллированной водой до 50 мл. При хранении в холодильнике раствор был пригоден для анализов в течение недели. Параллельно в этом же липидном экстракте проводили определение количественного состава фосфолипидов по методу Г.В.Новицкой [6], используя в качестве окислителя хлорную кислоту, а восстановителя — 1.9%-ный раствор хлорного олова в 0.15 н.серной кислоте.

Сравнение полученных данных прямо свидетельствует о равной степени минерализации фосфолипидов хлорной кислотой и персульфатом калия; оба метода приводят к практически одинаковым результатам — различия оказались недостоверными при $P = 0.05$ (см.таблицу).

Результаты определения
фосфолипидного состава икры леща разными методами

Фосфолипид	Предлагаемый способ	Метод Г. В. Новицкой [6]
Лизофосфатидилхолин	0.8 ± 0.2	0.9 ± 0.2
Сфингомиелин	2.6 ± 0.2	2.5 ± 0.2
Фосфатидилхолин	83.8 ± 0.8	84.5 ± 0.2
Фосфатидилэтаноламин	8.9 ± 0.3	8.4 ± 0.4
Неидентифицированный фосфолипид	1.8 ± 0.2	2.0 ± 0.3
Кардиолипин	2.1 ± 0.5	1.8 ± 0.2

П р и м е ч а н и е. Приведены значения средней арифметической и ее стандартной ошибки по данным 5 повторностей.

Вместе с тем хронометраж рабочего времени показал, что предлагаемый нами способ позволяет в 5–6 раз сократить время, затрачиваемое на анализ серии проб. Сокращение времени достигается за счет устранения необходимости в нейтрализации остатков окислителя и выпаривания содержимого пробирок перед этапом восстановления фосфорно-молибденовых комплексов. При этом значительно повышается безопасность процесса окисления, полностью исключаются выбросы содержимого пробирок при нагревании и сохраняется возможность использования наиболее чувствительного восстановителя — хлорида олова. По степени безопасности и чувствительности уступает предлагаемому и способ Роусера и др. [10], наиболее часто применяемый для количественной оценки фосфолипидного состава тканей. Окислителем в данном случае служит 72%-ная хлорная кислота, а восстановителем — 10%-ный раствор аскорбиновой кислоты.

Следовательно, в отличие от принятых в биохимии методов способ количественного определения фосфолипидного состава тканей рыб (и других животных) с использованием персульфата калия одновременно сочетает в себе 3 важных качества: высокую чувствительность, сравнительную быстроту и безопасность анализов, что в наибольшей степени соответствует требованиям, предъявляемым к методам популяционных исследований.

Литература

1. Бикбулатов Э.С. О методе определения общего фосфора в природных водах // Гидрохим. материалы. 1974. Т.60.
2. Бикбулатов Э.С., Бикбулатова Е.М., Григорьева Е.Р. Определение содержания общего фосфора во взвешенном веществе природных вод // Биология внутренних вод: Информ.бюл. Л., 1978. № 38.
3. Биохимическое исследование мембран. М., 1979.
4. Колб В.Г., Камышников В.С. Клиническая биохимия. Минск, 1976.
5. Михкиева В.С., Сидоров В.С., Титова В.Ф., Лизенко Е.И. Липиды рыб. IV. Фосфолипиды шуйского сига *Coregonus lavaretus lavaretoides* n. *schuensis* Pravdin // Лососевые (*Salmonidae*) Карелии. Петрозаводск. 1972. Вып. 1.
6. Новицкая Г.В. Методическое руководство по тонкослойной хроматографии фосфолипидов. М., 1972.
7. Никулина Г.Н. Обзор методов коллометрического определения фосфора по образованию „молибденовой сини“. М.; Л., 1965.
8. (Kates M.G.) Кейтс М. Техника липидологии. М., 1975.
9. (Kirchner J.) Кирхнер Ю. Тонкослойная хроматография. М., 1981. Т.2.
10. Rousser G., Siakotos A.N., Fleischner S. Quantitative analysis of phospholipids by thinlayer chromatography and phosphorus analysis of spots // J.Lipid.Res. 1966. Vol.1, N 1.

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

УДК 597.554.3-11 + 612.82

Д.Ф.Павлов, Г.М.Чуйко, Ю.В.Герасимов

СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И АКТИВНОСТЬ АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ В МОЗГУ ЛЕЩА ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ КАДМИЯ

В настоящее время чрезвычайно актуальной является задача разработки системы тестов для оценки состояния рыб в условиях загрязнения среды. Одним из наиболее перспективных путей решения этой зада-

чи представляется использование различных биохимических параметров (в частности — содержания водорастворимой фракции белка (ВФБ) и активности ацетилхолинэстеразы (АХЭ) в мозгу рыб), изменяющихся при токсических воздействиях. В то же время существует явный дефицит информации об изменениях биохимических процессов при воздействии ядов различной химической природы, в том числе — тяжелых металлов. Сведения о влиянии кадмия *in vivo* на содержание ВФБ и активность АХЭ в мозгу рыб в литературе отсутствуют. Поэтому данная работа посвящена исследованию характера изменений ВФБ и активности АХЭ в мозгу леща при хроническом действии кадмия, а также возможности восстановления их нормального уровня после его прекращения.

Сеголетков леща помещали в аквариумы емкостью 240 л с проточной, постоянно аэрируемой артезианской водой с температурой 19–21 °С, pH 7.8 и содержанием Ca^{2+} на уровне 40 мг/л. Кадмий вносили в воду в виде сульфата в концентрациях, соответствующих 1/13 и 1/7 значений ЛК_{50} при 24-часовой экс-

позиции. Необходимые концентрации элемента в аквариумах поддерживали при помощи дилютера [2]. Через 26 сут после начала эксперимента подачу кадмия прекращали и последующие 24 сут в аквариумы поступала чистая вода. Для биохимического анализа целый мозг рыб гомогенизировали в фосфатном буфере, гомогенаты центрифугировали и в супернатанте, содержащем ВФБ, активность АХЭ определяли по методу Элмана [5], а содержание белка — по Лоури [6].

При концентрации кадмия 0.5 мг/л содержание ВФБ достоверно не отличалось от контроля в течение всего эксперимента и лишь на 11-е сутки пребывания рыб в чистой воде после прекращения подачи раствора было выявлено достоверное увеличение этого показателя (см. таблицу). При действии кадмия в концентрации 1 мг/л изменение содержания ВФБ в мозгу леща носило фазовый характер: наблюдалось повышение в начальный период и понижение в дальнейшем. Так, уже на 3-и сутки экспозиции количество ВФБ в опыте составило 114 % от контроля. В течение последующего периода, вплоть до 15-х суток, высокий уровень его сохранялся, варьируя от 108 до 115 % от контроля. На 18-е сутки содержание ВФБ снизилось до 88.4 % от контрольного уровня и оставалось низким в течение всего периода экспозиции в растворе кадмия. На 31-е сутки эксперимента, после прекращения подачи кадмия, пониженный уровень ВФБ

Содержание ВФБ и активность АХЭ мозга леща
при хроническом действии кадмия ($\bar{x} \pm m_x$)

Экспозиция, сут	Количество рыб, шт.	Контроль	Концентрация кадмия, мг/л	
			0.5	1.0
		Подача кадмия		
3	6	39.7±2.6 0.87±0.07	—	45.9±2.5* 0.91±0.03
6	6	52.1±2.3 0.93±0.04	—	56.5±1.7 0.90±0.02
10	6	66.6±3.2 0.94±0.04	—	73.2±2.3* 0.98±0.04
15	6	56.1±1.7 0.95±0.04	—	62.1±1.4*** 1.03±0.07
18	6	63.2±2.5 1.02±0.05	—	55.9±1.6* 0.85±0.06
21	8	47.4±1.5 1.03±0.02	49.8±1.2 1.05±0.06	40.6±2.2** 1.08±0.05
26	8	56.2±3.8 1.02±0.07	57.0±1.7 1.11±0.05	53.0±2.3 1.09±0.05
		Подача чистой воды		
31	8	84.9±3.4 1.12±0.06	82.3±1.2 1.11±0.01	73.9±4.2** 1.07±0.07
37	8	76.1±1.9 1.11±0.04	87.0±3.1*** 1.18±0.03	83.8±1.4**** 1.12±0.03
50	8	75.5±2.7 1.11±0.04	77.5±3.9 1.12±0.09	72.0±2.8 1.12±0.06

П р и м е ч а н и е. Над чертой — содержание ВФБ (мг/г), под чертой — активность АХЭ (ммоль/(г·ч)). Различия между опытом и контролем достоверны при: * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$, **** $p < 0.001$.

все еще сохранялся, на 37-е — он увеличился до 110 %, а на 50-е — уже не отличался от контроля. Такой характер изменений соответствует стадиям общего адаптационного синдрома (стресса) по Селье [8]. О способности кадмия (при действии в неле-

тальных концентрациях) вызывать стресс свидетельствует наблюдаемая в хронических опытах продолжительная (до 7 сут) гипергликемия и уменьшение запасов аскорбиновой кислоты в печени рыб [9].

На первой стадии стресса — „тревоги“ мобилизовались защитные силы организма, начинался процесс перестройки системы регуляции, резко активизировался углеводный обмен в тканях. Повышенное содержание белка в этом период может быть связано с усилением синтеза ферментов и активацией их деятельности в ответ на действие стрессирующего фактора. Повышенный уровень белка сохранялся чуть более 14 сут и по срокам совпадал с периодом, необходимым для акклимации организма животных к меняющимся условиям среды [4]. В это же время, между 14-ми и 18-ми сутками пребывания рыб в растворе кадмия, в их мозгу наблюдалось кратковременное снижение (до 83 % от уровня контроля) активности АХЭ, что указывает на участие холинэргической системы в перестройке обменных процессов в нервной ткани. Было показано, что за такое же время при хроническом действии кадмия в концентрации 10 мг/л содержание аскорбиновой кислоты в мозгу и печени кефали стабилизировалось на новом уровне [9]. На второй стадии стресса — „резистентности“ происходила адаптация организма к повреждающему действию внешнего фактора, устанавливался новый уровень гомеостаза, энергетический обмен переходил с углеводного на липидный тип.

Особенностью энергетического обмена в мозгу животных является его высокая интенсивность и преобладание углеводного типа на всех стадиях стресса. Возобновление запасов основного источника углеводов — гликогена происходит в процессе гликонеогенеза, и одним из возможных субстратов для его осуществления являются глюкогенные аминокислоты, образующиеся в результате разрушения белков.

У млекопитающих гликонеогенез и депонирование гликогена осуществляются лишь в печени и почках [3]. У рыб гликоген может накапливаться и в тканях мозга, что позволяет предположить у них возможность осуществления гликонеогенеза в нервной ткани [1]. Снижение содержания ВФБ в мозгу леща, наблюдающееся на 18-е сутки эксперимента, объясняется, на наш взгляд, расходом белка для гликонеогенеза и свидетельствует о переходе организма рыб на вторую стадию стресса.

Ранее было показано, что при 30-суточном экспонировании рыб в растворе с концентрацией 10 мг/л

кадмий практически не накапливался в тканях мозга [9]. Отсутствие кумуляции кадмия в нервной ткани связано, видимо, со слабой проницаемостью гематоэнцефалического барьера для ионизированных соединений. Поэтому можно предположить, что изменение содержания ВФБ не является следствием прямого специфического взаимодействия кадмия с белоксинтезирующими системами клеток мозга. Этим же, возможно, объясняется и отсутствие его влияния на активность АХЭ *in vivo*, хотя известно, что *in vitro* кадмий — сильный ингибитор фермента [7].

Таким образом, кадмий при хроническом действии, начиная с концентрации 1.0 мг/л, оказывает влияние на протеиновый обмен и не затрагивает непосредственно холинэргическую систему в центральной нервной системе рыб. Выявленные изменения биохимических показателей являются частью общего адаптационного синдрома, вызванного хроническим стрессирующим действием химического элемента. Прекращение контакта рыб с кадмием приводит к восстановлению нормального уровня ВФБ.

Литература

1. Аминева В.А., Яржомбек А.А. Физиология рыб. М., 1984.
2. Виноградов Г.А., Тагунов В.Б. Установка для изучения влияния различных веществ на рыб и беспозвоночных в проточных условиях // Гидробиол. журн. 1989. Т.25, № 3.
3. Панин Л.Е. Биохимические механизмы стресса. Новосибирск, 1983.
4. Хлебович В.В. Акклимация животных организмов. Л., 1981.
5. Ellman J.L., Courtney K.K., Andres I.R., Featherstone R.M. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity // Biochem. Pharmacol. 1961. Vol.7, N 1.
6. Lowry O.H., Rosebrough N.Y., Farr A.L., Randall R.Y. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. Vol.193.
7. Olson D.L., Christensen G.M. Effects of water pollutants and other chemicals on fish acetylcholinesterase (*in vitro*) // Environ. Res. 1980. Vol.21, N 2.
8. Selye H. (Селье Г.) На уровне целого организма. М., 1972.

9. Thomas P., Bally M., Neff J.M. Ascorbic acid status of mullet, *Mugil cephalus* Linn., exposed to cadmium // J.Fish Biol. 1982. Vol.20, N 2.

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

УДК 597.442 — 111.11

М.Ф.Субботкин

**ИММУНОЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКИЙ СОСТАВ
СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ ШИПА
(*ACIPENSER NUDIVENTRIS* LOVETZKY)**

Шип является одним из малочисленных представителей отечественных осетровых. Ранее был распространен в бассейнах южных морей, в настоящее время в ограниченном количестве сохранился только в Каспии. В связи с обсуждением в литературе вопроса о таксономическом положении этого вида [1-3] необходимо всестороннее изучение его биохимических особенностей.

Материалом для данных исследований служила сыворотка крови шипа, собранная в 1980 и 1984 гг. на р.Урал во время нерестовой миграции. Иммунохимический анализ антигенов сывороточных белков выполнен в соответствии с нашей методикой [4]. Опыты проводили с использованием нормальных кроличьих антисывороток против сывороток шипа (анти-Шип), а также с антисыворотками против белков других представителей осетровых: обской и енисейской популяций сибирского осетра (анти-ОСО и анти-ОСЕ соответственно), русского осетра (анти-ОР), персидского осетра (анти-ОП), стерляди (анти-Ст) и севрюги (анти-Св).

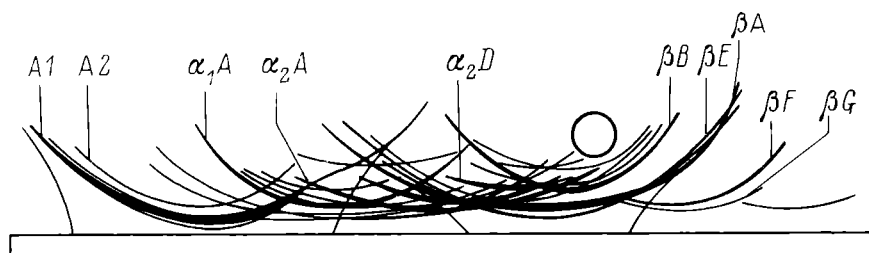
Иммуноэлектрофоретически сывороточные белки шипа дифференцируются на 23 антигенных компонента с гомологичными антисыворотками и на 19-23 — с гетерологичными (см.таблицу). Альбумины (группа быстроедвижущихся белков) представлены 1-3 компонентами. Основной компонент А1 образует мощную, резко изогнутую дугу, другой — А2 обладает более высокой подвижностью по отношению к А1 (см.рисунок). Дуга 2-го компонента отчетливо проявляется с гомологичными и большинством гетерологичных антисыво-

Иммуноэлектрофоретический состав антигенов
сывороточных белков шипа

Антисыворотка	Зоны электрофоретической подвижности					Общее число компо- нентов
	Альбу- мины	Глобулины				
		α_1	α_2	β	γ	
Анти-Шил	2	8	5	7	1	23
Анти-ОСО	2	5	4	7	1	19
Анти-ОСЕ	3	7	5	7	1	23
Анти-ОР	2	6	6	6	1	21
Анти-ОП	1	7	5	6	1	20
Анти-Ст	2	7	4	8	1	23
Анти-Св	2	5	5	6	1	19

роток. В опытах с анти-Св его дуга менее интенсивна, а с анти-ОП отсутствует вовсе.

В зоне α_1 -глобулинов выявлено 8 компонентов. Основной антиген α_1A был представлен сильной, резко обозначенной дугой независимо от использованных антисывороток. Другие компоненты обычно проявляются слабыми линиями преципитации, но с анти-Ст и анти-ОР их интенсивность превосходит гомологичные реакции. Среди α_1 -глобулинов имеются компоненты, которые дают длинные дуги, вытянутые вдоль траншей для антисыворотки. Во всех гетерологичных реакциях, кроме опытов с анти-Св, были выявлены дополни-



Иммуноэлектрофоретическая сывороточных белков шипа (*Acipenser nudiiventris* Lovetzky).

Обозначения в тексте.

тельные компоненты, дуги которых отсутствовали на препаратах с гомологичными антисыворотками.

Зона α_2 -глобулинов представлена 6 компонентами, среди которых количественно преобладал α_2A . В зависимости от антисывороток значительно варьировала интенсивность дуг преципитации всех антигенов зоны. α_2A обычно проявлялся интенсивной дугой с большинством гетерологичных антисывороток. В реакциях с анти-Ст и анти-ОСЕ он может давать 2 дуги. Антиген α_2D с гомологичными антисыворотками давал короткую, но сильную дугу. Такой же характер реакции наблюдался и с большинством гетерологичных антисывороток. Однако с анти-ОСЕ он был представлен слабой дугой, а с анти-ОСО не выявлялся совсем. С гетерологичными антисыворотками, такими как анти-ОР и анти-СТ, удалось обнаружить дополнительные антигены, дуги которых не проявлялись в гомологичных реакциях. Среди всех использованных гетерологичных антисывороток наиболее интенсивные дуги образовывались с анти-ОР.

Группа β -глобулинов дифференцировалась на 8 антигенных компонентах, 3 из которых были основными и проявлялись со всеми гетерологичными антисыворотками. Компонент βA имел очень мощную дугу преципитации, вытянутую вдоль траншеи и значительно сдвинутую от старта в направлении анода. С некоторыми анти-ОР и анти-ОП он мог расщепляться на 2 дуги. Антиген βB проявлялся менее интенсивной дугой, лишь незначительно сдвинутой от старта в сторону анода. Третий основной компонент βE обычно представлен 2 дугами. По локализации он был сходен с βA , но отличался конфигурацией дуги и более узкой зоной подвижности основной части его молекул. С гетерологичными анти-ОСО и анти-ОП он чаще всего давал 1 дугу. С анти-Св дуга βE была нерезкой, размытой, а с анти-Ст почти сливалась с βA . Среди β -глобулинов шипа выделялись компоненты βF и βG , имеющие подвижность в направлении катода. В гетерологичных реакциях оба эти компонента наиболее интенсивно проявлялись с анти-Ст и анти-ОР. В опытах с анти-Ст и анти-ОСЕ удалось обнаружить дополнительные компоненты. Область γ -глобулинов шипа представлена 1 слабым компонентом, который наиболее ярко выявлялся гетерологичными анти-ОР и анти-ОСО.

Проведенные исследования вскрыли существование ряда особенностей иммуноэлектрофоретических спек-

ров шипа по отношению к другим видам осетровых. Это определяется главным образом слабой выраженностью компонентов зоны α_1 -глобулинов, отличиями основного антигена α_2A , представленного относительно короткой и более полой, без резкого изгиба дугой преципитации. В области β -глобулинов особенности иммуноэлектрофоретических шипов связаны с наличием антигенов βE , βF и βG , локализацией и характером их дуг преципитации. Нами также установлено, что у всех исследованных видов осетровых, кроме шипа, компоненты α_2A иммунохимически сходны. Иммунохимически родственным антигеном для α_2A всех осетровых является βE шипа.

Таким образом, иммунофоретические сывороточных белков шипа видоспецифичны. Выявленные особенности в равной мере проявляются по отношению к группе собственно осетров (сибирскому, русскому и персидскому), а также к другим видам — стерляди и севрюге.

Литература

1. Васильев В.П. Эволюционная кариология рыб. М., 1985.
2. Гераскин П.П. Видоспецифичность фракционного состава гемоглобина крови осетровых рыб и динамика его формирования в раннем онтогенезе: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь, 1978.
3. Лукьяненко В.И., Гераскин П.П. О родовой принадлежности стерляди и шипа // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР. Астрахань, 1979.
4. Субботкин М.Ф. Сравнительный иммунохимический анализ межвидовых и внутривидовых особенностей сывороточных белков трех видов осетровых рода *Acipenser* // Вopr. ихтиологии. 1987. Т. 27, № 5.

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

А.П.Садчиков, О.А.Френкель

СОРБЦИЯ МЕЧЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕМБРАННЫМИ ФИЛЬТРАМИ

На мембранных фильтрах (при пропускании через них растворов) сорбируется часть веществ. Для удаления последних рекомендуют различные способы обработки фильтров [1,2]. Однако они не всегда эффективны, причем органические соединения снять с них сложнее, чем бикарбонат натрия.

В данной работе представлены материалы по степени сорбции различных меченных соединений мембранными фильтрами на целлюлозной основе и лавсановыми ядерными фильтрами, которые применяются при изучении первичной продукции, прижизненного выделения РОВ водорослями, гетеротрофной активности микроорганизмов.

Природную воду предварительно освобождали от взвеси пропусканием ее через фильтры со средним диаметром пор 0.23 мкм, добавляли меченные по ^{14}C соединения до конечной активности 100 тыс.имп./ (мин·мл) и перемешивали. Затем небольшие аликвоты (по 10 мл) полученного раствора пропускали через соответствующие фильтры, которые далее высушивали и определяли их активность на сцинтилляционном счетчике. Радиоактивность водных растворов и фильтров измеряли в пластиковых флаконах со сцинтилляционной жидкостью ЖС-8 и ЖС-106 соответственно.

Для определения степени сорбции белков использовали иммуноглобулин, меченный флуоресцеинизотиоцианатом; его вносили в предварительно профильтрованную до концентрации 1.25 мкг/мл воду. Полученный раствор перемешивали и пропускали (по 15 мл) через указанные выше фильтры, которые (как и в случае с аминокислотой) промывали дистиллированной водой. Интенсивность флуоресценции пробы, содержащей белок, до и после фильтрации измеряли на приборе "TDX ANALYZER" фирмы ABBOTT.

В гидробиологических исследованиях чаще всего используются 2 способа "отмывания" фильтров от карбонатов: выдерживание в парах концентрированной соляной кислоты или на фильтровальной бумаге, смоченной 0.1 н. HCl . Предварительные эксперименты показали, что пары кислоты не удаляют сорбированную $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ полностью. При помещении в них 20

Сорбция меченных соединений мембранными фильтрами

Марка филътра	Диаметр пор, мкм	Активность филътров, имп./мин		Сорбция белка филът- рами, %
		с $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$	с ^{14}C -глу- таминовой кислотой	
„Сынпор“	0.85	336	4264	42.5
	0.23	537	3904	44.7
Ядерные филътры	0.7	191	140	8.9
	0.2	382	252	8.1

одинаковых филътров с мечеными водорослями разброс результатов достигал 20 %; кроме того, разрушались и сами филътры на целлюлозной основе, и водоросли. Второй метод дает меньший разброс результатов — 3–7 %, поэтому при определении величины сорбции мы в дальнейшем использовали данный способ.

Эксперименты показали, что на филътрах сорбируется 0.2–0.5 % меченого бикарбоната с активностью 200–500 имп./мин. Поскольку при определении первичной продукции или гетеротрофной ассимиляции углекислоты часто приходится иметь дело примерно с такими активностями препаратов, то получаемые результаты могут оказаться существенно завышенными. Филътры „Сынпор“ сорбируют метки больше, чем ядерные близкого размера пор (см. таблицу). При ступенчатой филътрации основная часть метки сорбируется на первом филътре.

При выдерживании филътров на бумаге, смоченной 0.1 н. HCl , в течение 4 ч удаляется только 22 % сорбированной метки. Остальная часть удерживается на них даже при их хранении в сцинтилляционной жидкости (ЖС-106) в течение 17 сут; в дальнейшем могут происходить заметные изменения активности. Повышение стабильности счета при длительном хранении образцов может быть достигнуто увеличением во флаконе объема сцинтилляционной жидкости с 5 до 10 мл. Таким образом, при проведении работ с применением $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ необходимо в каждом конкретном случае экспериментальным путем определять величину сорбции, так как она зависит от исходной концентрации меченого бикарбоната, количества профильтрованной пробы, партии филътров и т.п. [3].

Фильтры „Синпор“ удерживают около 4 % внесенной в среду ^{14}C -глутаминовой кислоты, а ядерные — в несколько раз меньше (см. таблицу). Последние сорбируют приблизительно одинаковое количество $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ и ^{14}C -глутаминовой кислоты, тогда как „Синпор“ сорбирует аминокислоту в 7–13 раз лучше, чем бикарбонат натрия. Дистиллированная вода не смывает меченое вещество с фильтров. Фильтры „Синпор“ задерживают больше белка, чем соответствующие ядерные.

Таким образом, с повышением молекулярной массы вещества сорбционная способность целлюлозных фильтров резко увеличивается, что может привести к завышенным результатам при изучении гетеротрофной активности микроорганизмов и соответственно к заниженным при исследовании прижизненных выделений водорослями органических соединений.

Литература

1. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: Лабораторное руководство. Л., 1974.
2. Хромов В.М., Семин В.А. Методы определения первичной продукции в водоемах. М., 1975.
3. (Brock T.) Брок Т. Мембранная фильтрация. М., 1987.

Биологический факультет
Московского университета им. М.В. Ломоносова

УДК 595.324

А.В.Макушин, М.А.Перевозников, А.П.Лысак

МЕТОДИКА СБОРА ЛАТЕНТНЫХ ЯИЦ И ЭФИПИИЕВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ И ВЫВЕДЕНИЯ ИХ ИЗ СОСТОЯНИЯ ДИАПАУЗЫ

Причина того, что сведений о покоящихся стадиях водных беспозвоночных гораздо меньше, чем об активных, — в трудности их изучения. Эфипии и ла-

тентные яйца большинства видов ветвистоусых ракообразных можно добыть в природе только осенью, в определенный, иногда очень короткий отрезок времени. В опытах с рачками ошибка экспериментатора в обращении с материалом становится очевидной сразу — они погибают. У латентных яиц большей части ветвистоусых внешние признаки гибели неизвестны.¹ При работе с ними последствия неправильного обращения осенью обнаруживаются лишь в конце зимы или весной. Неспособными к реактивации оказываются не только подвергнутые изучаемому воздействию латентные яйца, но также и контрольные.

Преодоление трудностей изучения такого материала состоит в умении собирать его в природе и сохранять жизнеспособность во время диапаузы. В данной работе дается описание способов сбора латентных яиц некоторых видов ветвистоусых ракообразных и выведения их из состояния диапаузы. Нами был использован опыт экспериментирования с латентными яйцами *Sida crystallina*, эфиппиями *Bosmina obtusirostris*, *Ceriodaphnia pulchella*, *C. affinis*, *C. quadrangula* и *Daphnia cucullata*. Изложение методики проведения этих экспериментов дано в работах А.В.Макрушина [1-3] и М.А.Перевозникова с соавторами [4].

Создание условий, необходимых для нормального прохождения диапаузы, начинается с доставки латентных яиц или образующих их рачков в лабораторию. У большинства ветвистоусых (в том числе перечисленных видов), населяющих озера Ленинградской обл., откладывание латентных яиц происходит во 2-й половине сентября—1-й половине октября и совпадает с листопадом. Латентные яйца осенью неспособны к развитию, даже будучи помещенными в оптимальные условия. Они могут переносить далеко не любые неблагоприятные воздействия и, по-видимому, не менее требовательны к среде, чем сами рачки, хотя эти требования у них иные. Зная, что любая ошибка чревата потерей года работы, мы, возможно, излишне тщательно берегли латентные яйца от всяких воздействий. В связи с этим сведения, приведенные ниже, следует считать описанием не оптимальных условий, а лишь обеспечивающих восста-

¹ Свидетельством гибели латентных яиц *Sida crystallina* и *Bosmina obtusirostris* служит появление в них хорошо видимых капель жидкого масла, не видимых в неповрежденных латентных яйцах.

новление способности к развитию. Однако мы думаем, что диапазон температур, необходимых для прохождения диапаузы перечисленных видов, узок; поэтому мы оберегали незавершившие диапаузу латентные яйца от промораживания и нагрева до комнатной температуры.

Эфипии дафнид собирали сачком из мельничного газа № 45 в озерах пригородов Ленинграда с поверхности воды в прибрежье, куда они сгонялись ветром. Важно было не упустить момент, пока их не выбросило волнами на берег. Основную массу улова при этом составляли опавшие листья, семена осоки, фрагменты макрофитов. От озерного мусора мы избавлялись, промывая его под водопроводным краном с хлорированной водой в сачке из крупноячеистого сита № 15. Мусор оставался в нем, а эфипии проходили в подставленный снизу мелкоячеистый сачок.

В отличие от дафнид у большинства других ветвистоусых эфипий и латентные яйца после откладки не всплывают на поверхность воды, а опускаются на дно или приклеиваются к подводным предметам. Чтобы избежать трудностей при их сборе из донных отложений, самок *Sida crystallina* и *Bosmina obtusirostris* с латентными яйцами в выводковой сумке отлавливали сачком, сажали в аквариумы со слоем воды не выше 10 см и держали вне помещения, защищая от пыли, дождя и солнечных лучей. Пойманные ветвистоусые откладывали только те латентные яйца, которые у них уже были в выводковой сумке. Через некоторое время рачки погибали. Создававшиеся вскоре высокосапробные условия, видимо, не вредили отложенным латентным яйцам и эфипиям.

Для удаления крупных растительных частиц осадок со дна аквариумов пропускали через сито № 15. Латентные яйца и эфипии оседали из взвеси быстрее экскрементов и трупиков рачков. Поэтому, многократно сливая воду после осадения яиц или эфипиев, можно очистить их от постороннего материала. Промывку производили водопроводной водой, дехлорированной кипячением. Температура последней, а также воды, в которой содержались яйца и эфипии, была одинакова.

Собранные в водоеме или полученные в лаборатории латентные яйца как можно скорее переносили в такие условия, где они были бы защищены от заморозков; 35-миллилитровые баночки с ними опускали на дно озера на глубину, на которой исключалась возможность их вмерзания в лед. Чтобы в конце зимы или весной легче было доставать латентные яйца, к

мешку, куда их складывали, привязывали веревку, другой конец закрепляли на берегу. Удавалось также реактивировать латентные яйца в неестественных для них условиях (где температура, видимо, им подходила). Закупоренные сосуды с яйцами или эфиппиями и небольшим количеством воды зарывали в лесу под слой опавших листьев. Но в морозную зиму 1986/87 г. латентные яйца и эфиппии там погибли, а на дне озера остались жизнеспособными.

Поллитровые банки доверху заполняли влажными эфиппиями дафнид без воды, закупоривали и помещали на дно озер подо льдом. Это обеспечивало реактивацию эфиппиев, хотя весной они издавали гнилостный запах. Выдерживание же в течение зимы за окном, в бытовом холодильнике или в жилом помещении приводило их к гибели. Чтобы избежать неблагоприятного действия смены температуры, при перевозке в конце зимы или весной из пригорода в лабораторию баночки с завершившими диапаузу латентными яйцами и эфиппиями держали в бидоне со смесью воды и льда. Привезенные латентные яйца *Sida crystallina* реактивировали сразу. Нам удавалось около месяца хранить эфиппии *Bosmina obtusirostris* в морозильном отделении холодильника в жизнеспособном состоянии, хотя они подвергались неоднократной разморозке. Эфиппии дафнид без разморозки в морозильном отделении холодильника сохраняли жизнеспособность более 2 лет. Реактивацию проводили в чашках Петри при 11-14 °С или при комнатной температуре.

Диапауза играет важную роль в жизни ветвистых ракообразных. Авторы надеются, что изложенные сведения будут способствовать ее изучению у этих животных.

Литература

1. Макрушин А.В. Устойчивость к высушиванию латентных яиц *Sida crystallina* и *Moina macroscopa* (Crustacea, Cladocera) // Зоол. журн. 1981. Т.60, вып.6.
2. Макрушин А.В. Способ получения высокочувствительных к загрязнению тест-объектов // Рыб.хоз-во. 1988. № 6.
3. Макрушин А.В. Устойчивость к высушиванию латентных яиц *Bosmina obtusirostris* (Cladocera, Crustacea) и их реактивация // Зоол. журн. 1989. Т.68, вып.10.
4. Перевозников М.А., Салазкин А.А., Макрушин А.В.,

Лысак А.П. Экологическая устойчивость клadoцep и копeпoд к пeстицидaм // Сб.нaуч.тp. Гoc.НИИ оз. и рeч.рыб.хoз-вa. 1988. № 287.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д.Папанина АН СССР
Государственный научно-исследовательский
институт озерного и речного
рыбного хозяйства

УДК 57.08 : 543.544 + 546.173

Э.С.Бикбулатов

ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИТРИТОВ

В последние годы в науках, изучающих природную водную среду, существенно расширились исследования по круговороту азота, что связано с особой важностью этого элемента для функционирования водных экосистем. Одновременно сильно возросли объемы аналитических работ, и существующие методы определения ряда форм азота все в меньшей степени стали отвечать запросам науки и практики. Ключевой формой в аналитической химии азота являются нитриты; доступными приемами к ним можно свести практически все важные формы азотсодержащих соединений (ионы аммония, нитраты, гидроксилламин, органический азот).

Руководства по анализу природных вод рекомендуют определять нитриты колориметрическими методами, которые основаны на получении окрашенных соединений, образующихся при диазотировании определенных классов органических веществ и последующим их азосочетанием с другими реагентами. Недостатки колориметрических методов хорошо известны, вследствие чего не прекращаются попытки улучшения ряда их характеристик [1,2,4,5].

С целью повышения чувствительности определения нитритов было предложено получать дериваты, содержащие пентафторбензильные группы, которые в дальнейшем удобно анализировать на газовом хроматографе (ГХ), снабженном детектором по захвату электронов [6]. Сложность синтеза и выделения указанных продуктов в сочетании с длительностью процедуры не

позволяет рекомендовать данный метод для рутинных анализов в химии природных вод. В то же время известно, что электронозахватный детектор (ДЭЗ) обладает высокой специфичностью и чувствительностью к газообразной закиси азота [3]. Если бы удалось подобрать легкодоступные реактивы и создать такие же условия перевода нитритов в N_2O , то задачу разработки высокопроизводительного метода их определения во многом можно было бы считать решенной.

Детальный анализ литературы по химии азота показывает, что частично или полностью закись азота можно получить при взаимодействии нитритов с азидами, аскорбиновой кислотой и некоторыми производными гидразина — семикарбазидом, тиосемикарбазидом, фенилгидразином и т.п. Из сопоставления стехиометрии этих реакций наибольшего выхода конечного продукта следует ожидать при взаимодействии нитритов с азидами. Проведенные нами всесторонние тщательные исследования данной реакции путем варьирования в широких пределах различных параметров (температуры, кислотности среды и др.) позволили прийти к выводу, что азид натрия в кислой среде сам окисляется кислородом воздуха с образованием закиси азота даже в отсутствие нитритов. Причем кинетика этого процесса сравнима с таковой основной реакции, что не позволяет использовать последнюю при анализе природных вод. Предпринятые многочисленные попытки устранить это нежелательное явление не привели к успеху.

Другая реакция, позволяющая получать аналогичные газообразные продукты, — взаимодействие нитритов с гидразином или его производными. Предварительные исследования показали, что серноокислый гидразин — обычный коммерческий препарат — быстро и количественно реагирует с нитритами с образованием закиси азота. На основе данной реакции и была разработана приводимая ниже методика газохроматографического определения нитритов.

В серию калиброванных пенициллиновых склянок объемом 15.5 мл вносили по 10 мл пробы воды. Туда же с помощью специального мерника всыпали 50 мг (масса не критична) порошкообразного сульфата гидразина. Каждую склянку немедленно закрывали резиновыми пробками, которые в свою очередь закрепили специальными зажимами. Содержимое перемешивали до полного растворения кристаллов (достаточно 1–2 мин). Одновременно аналогичным образом обрабатывали стандартный раствор нитрита. После установления газового равновесия при заданных условиях

анализа с помощью шприца над жидкостью отбирали определенный объем газа (обычно 0.5–1.0 мл) и вводили в хроматограф, снабженный детектором по захвату электронов.

При использовании отечественного хроматографа марки „Газохром 1109“ с ДЭЗ оптимальные условия проведения анализа следующие: температура детектора и колонки соответственно равна 320 и 40 °С, скорость газа-носителя (чистый азот) в трехметровой колонке, заполненной адсорбентом Порапак-Q, — 15–20 мл/мин; таков же расход чистого азота и на продувку. При этих условиях происходило четкое разделение пиков кислорода и закиси азота; на остальные составляющие воздуха детектор практически не реагировал. Количество нитритного азота в исследуемой пробе определяется по соотношению высот пиков хроматограмм стандартного образца и природных вод.

О возможностях метода свидетельствуют следующие характеристики. Относительное стандартное отклонение, вычисленное по обычной формуле для 9 проб с концентрацией 100 мкг N/л, составило 2 %. Надежно удается обнаружить 0.3 мкг N/л. При проведении анализа с предварительным концентрированием закиси азота предел обнаружения может быть значительно снижен. Была проверена возможность применения метода к продуктам восстановления нитратов, получающихся после пропускания стандартных растворов и ряда проб природных вод через колонки с омедненным кадмием (см. таблицу).

К преимуществам газохроматографического метода перед колориметрическими можно отнести: 1) отсут-

Содержание нитратов в природных водах, мг/л

Место отбора проб	Метод определения	
	колориметрический	газохроматографический
Реки:		
Ветлуга	0.072	0.081
Сура	0.067	0.062
Чебоксарское водохранилище:		
у г. Чебоксары	0.150	0.150
у г. Васильсурск:		
правый берег	0.170	0.170
левый берег	0.170	0.168
у дер. Сомовка	0.150	0.151

ствие необходимости специальной консервации проб или немедленного проведения анализа [пробы, обработанные сульфатом гидразина, могут храниться без потери закиси азота по крайней мере в течение месяца (по всей вероятности, и гораздо дольше)]; 2) возможность сбора и доставки в хорошо оборудованные стационарные лаборатории большого количества проб и последующий быстрый их анализ; 3) возможность определения нитритов в мутных и высокоцветных водах без какой-либо дополнительной химической обработки.

Литература

1. Бикбулатов Э.С., Верещагин В.М. Реактив для определения нитритов в природных водах // Океанология. 1979. Т.19, вып.2.
2. Садожников В.В., Михайловский Ю.А., Полуяков В.Ф. Предложения по уточнению методов определения нитритов // Океанология. 1982. Т.22, № 3.
3. Cohen Y. Shipboard measurement of dissolved nitrous oxide in seawater by electron capture gas chromatography // Anal.Chem. 1977. Vol.49, N 8.
4. Dasgupta P. A self-coupling diazotizing reagent for nitrite // Anal.Lett. 1984. A 17, N 10.
5. Flamers S., Bashir W.A. Spectrophotometric determination of nitrite in waters // Analyst. 1981. Vol.106, N 1259.
6. Wu Shin-Lung, Chen Su-hwei, Funazo K., Tanaka M., Shono T. Electron-capture gas chromatographic determination of nitrite as the pentafluoro benzyl derivative // J.Chromatogr. 1984. Vol.291.

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

Генкал С.И., Поповская Г.И. Особенности морфологии спор и ауроспор и биологии <i>Au-lacosira islandica</i> (<i>Bacillariophyta</i>)	3
Генкал С.И. Особенности морфологии панциря нового для флоры СССР представителя рода <i>Cyclotella</i> (<i>Bacillariophyta</i>). . .	6
Елизарова В.А. Экспериментальная оценка влияния стоков г.Череповца на фитопланктон Рыбинского водохранилища	9
Лукина Г.А. Рост и прижизненное выделение аминокислот <i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	13
Артеменко В.И. Растительность некоторых озер Костромской области.	17
Мальцев В.И., Зуб Л.Н. Распространение видов рода <i>Typha</i> L. в Каховском водохранилище	22
Трусов Б.А. К биологии <i>Butomus umbellatus</i> L. 1. Прорастание семян	26
Вехов Н.В. <i>Branchinecta orientalis</i> G.O.Sars, 1901 — редкий для фауны СССР вид голых жаброносов (<i>Anostraca</i>)	29
Беянина С.И. Кариотипы видов рода <i>Stictochironomus</i> Kieff. из водоемов СССР . . .	33
Кангур К.Э. Изменение в фауне хирономид профундали озера Выртсъярв в 1973-1988 гг. .	38
Макарченко Е.А. Новый вид рода <i>Diamesa</i> Mg. (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>).	44
Шобанов Н.А., Бельков В.М. Сезонные изменения популяций <i>Chironomus agilis</i> Schob. et Djom. (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>) в прибрежье Рыбинского водохранилища. . . .	47
Кузьмина В.В., Галактионова М.Л. Активность пищеварительных ферментов у леща из водохранилищ Волжского каскада. Сообщение 1. Протеазы.	52
Кузьмина В.В., Муржекенова С.Ж. Активность пищеварительных гидролаз у молоди плотвы и окуни из реки Сить	59

Мартемьянов В.И. Изменение уровня электролитов в плазме крови и гонадах половозрелых самок леща при стрессе	65
Халько В.В. Количественное определение фосфолипидного состава тканей рыб с использованием персульфата калия	68
Павлов Д.Ф., Чуйко Г.М., Герасимов Ю.В. Содержание белка и активность ацетилхолинэстеразы в мозгу леща при хроническом действии кадмия.	72
Субботкин М.Ф. Иммуноэлектрофоретический состав сывороточных белков шипа (<i>Acipenser nudiiventris</i> Lovetzky).	77
Садчиков А.П., Френкель О.А. Сорбция меченных соединений мембранными фильтрами . . .	81
Макрушин А.В., Перевозников М.А., Лысак А.П. Методика сбора латентных яиц и эфиппиев некоторых видов ветвистоусых ракообразных и выведения их из состояния диапаузы	83
Бикбулатов Э.С. Газохроматографический метод определения нитритов	87

Genkal S.I., Popovskaya G.I. Peculiarities of spores and auxospores morphology and biology of <i>Aulacosira islandica</i> (Bacillariophyta)	3
Genkal S.I. Peculiarities of armor morphology of the new for the USSR flora representative of the genus <i>Cyclotella</i> (Bacillariophyta)	6
Yelizarova V.A. An experimental estimation of the effect of the Cherepovets municipal sewage on phytoplankton of the Rybinsk reservoir.	9
Lukina G.A. The growth and excretion of aminoacids by <i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid. during its life-time . .	13
Artemenko V.I. Vegetation of some lakes in the Kostroma region.	17
Maltsev V.I., Zub L.N. Distribution of species of genus <i>Typha</i> L. in the Kakhovsk reservoir.	22
Trusov B.A. To biology of <i>Butomus umbellatus</i> L. 1. Seeds germination	26
Vekhov N.V. <i>Branchinecta orientalis</i> G.O.Sars. 1901 - a rare for the USSR fauna species of bare fairy shrimp (Anostraca).	29
Belyanina S.I. Karyotypes of species of genus <i>Stictochironomus</i> Kieff. from the USSR waterbodies.	33
Kangur K.E. Changes in the chironomids found in the profundal of the Vyrtsyarv lake in 1973-1988.	38
Makarchenko Ye.A. A new species of genus <i>Diamesa</i> Mg. (Diptera, Chironomidae)	44
Shobanov N.A., Bel'kov V.M. Seasonal changes of the population <i>Chironomus agilis</i> Schob. et Djom. (Diptera, Chironomidae) in the Rybinsk reservoir.	47

Kuzmina V.V., Galaktionova M.L. Activity of nutritional ferments in bream in the series of reservoirs on the Volga. Communication 1. Protease.	52
Kuzmina V.V., Murzhekenova S.Zh. Activity of nutritional hydrolase in juvenile roach and perch from the Sit'river. . .	59
Martemyanov V.I. Changes of the electrolyte level in blood plasma and gonads of mature female of bream at stress . . .	65
Khalko V.V. Quantative determination of phospholipid composition of fish tissues with the use of potassium persulphate . . .	68
Pavlov D.F., Chuiko G.M., Gerasimov Yu.V. Albumen content and acetylcholinesterase activity in the bream brain under the chronic effect of cadmium.	72
Subbotkin M.F. Immuno-electrophoretic composition of serum albumen of spine (<i>Acipenser nudi-ventris</i> Lovetzky)	77
Sadchikov A.P., Frenkel O.A. The sorption of marked compounds by membrane filters . . .	81
Makrushin A.V., Perevoznikov M.A., Lysak A.P. The method of gathering of latent eggs and ephippia of some species of Cladocera and breaking off their diapause.	83
Bikbulatov E.S. Gasochromatographic method of nitrate determination.	87

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 89

*Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР*

Редактор издательства Л.А.Бабушкина
Технический редактор Е.М.Черножукова
Корректор Э.Г.Рабинович

ИБ № 44720

Набор выполнен в издательстве
на персональном компьютере.
Оператор И.А.Межебурская

Сдано в набор 16.07.90.
Подписано к печати 04.12.90.
Формат 60 x 90 1/16. Бумага офсетная № 1.
Печать офсетная. Усл.печ.л. 6.0.
Усл.кр.-от. 6.25. Уч.-изд.л. 4.72.
Тираж 750. Тип.зак. № 949.
Цена 95 к.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство „Наука“.
Ленинградское отделение.
199034, Ленинград, В-34, Менделеевская лин., 1

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

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА „НАУКА“ МОЖНО ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЗАКАЗАТЬ
В МАГАЗИНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КОНТОРЫ „АКАДЕМКНИГА“,
В МЕСТНЫХ МАГАЗИНАХ КНИГОТОРГОВ ИЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресу:

117393 Москва, ул. Академика Пилюгина, 14, корп. 2, магазин „Книга почтой“ Центральной конторы „Академкнига“;

197345 Ленинград, Петрозаводская ул., 7, магазин „Книга — почтой“ Северо-Западной конторы „Академкнига“

или в ближайший магазин „Академкнига“,
имеющий отдел „Книга — почтой“

480091 Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97 („Книга — почтой“);

370001 Баку, Коммунистическая ул., 51 („Книга — почтой“);

232600 Вильнюс, ул. Университето, 4;

690088 Владивосток, Океанский пр., 140 („Книга — почтой“);

320093 Днепропетровск, пр. Гагарина, 24 („Книга — почтой“);

734001 Душанбе, пр. Ленина, 95 („Книга — почтой“);

375002 Ереван, ул. Туманяна, 31;

664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289 („Книга — почтой“);

420043 Казань, ул. Достоевского, 53 („Книга — почтой“);

252030 Киев, ул. Ленина, 42;

252142 Киев, пр. Вернадского, 79;

252025 Киев, ул. Осипенко, 17;

277012 Кишинев, пр. Ленина, 148 („Книга — почтой“);

343900 Краматорск Донецкой обл., ул. Марата, 1 („Книга — почтой“);

660049 Красноярск, пр. Мира, 84;

443002 Куйбышев, пр. Ленина, 2 („Книга — почтой“);

191104 Ленинград, Литейный пр., 57;

199164 Ленинград, Таможенный пер., 2;

194064 Ленинград, Тихорецкий пр., 4;

220012 Минск, Ленинский пр., 72 („Книга — почтой“);

103009 Москва, ул. Горького, 19а;

117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7;

630076 Новосибирск, Красный пр., 51;

630090 Новосибирск, Морской пр., 22 („Книга — почтой“);

142284 Протвино Московской обл., ул. Победы, 8;

142292 Пушкино Московской обл., МР „В“, и („Книга — почтой“);

620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137 („Книга — почтой“);

700000 Ташкент, ул. Ю. Фучика, 1;

700029 Ташкент, ул. Ленина, 73;

700070 Ташкент, ул. Шота Руставели, 43;

700185 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6 („Книга — почтой“);

634050 Томск, наб. реки Ушайки, 18;

450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10 („Книга — почтой“);

450025 Уфа, ул. Коммунистическая, 49;

720001 Фрунзе, бульв. Дзержинского, 42 („Книга — почтой“);

310078 Харьков, ул. Чернышевского, 87 („Книга — почтой“).