

06
И-71

ISSN 0320—9652
РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ
НАУК

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

92

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОБИОЛОГИИ ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 92



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
„НАУКА”
С.-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1992

Russian Academy of Sciences

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
№ 92

УДК 574.5(28)

Бюллетень содержит результаты оригинальных исследований по систематике, морфологии и экологии диатомей, жгутиконосцев, нематод, олигохет, полифема, а также по экологии зоопланктона зимой в эвтрофном озере и физиологии мшанок летом. Три сообщения посвящены физиологии и биохимии рыб, одно — накоплению стронция тростником. Методическая часть содержит способ оценки численности диатомей и точности определения температуры при ихтиологических опытах.

Рассчитан на широкий круг гидробиологов, зоологов, ихтиологов.

О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р И.К. РИВЬЕР

Р е ц е н з е н т ы : А.И.ШИЛОВА, Г.А.АНУФРИЕВ.

Р.А.ШАХМАТОВА

ИНСТИТУТ РАССЛЕДОВАНИЙ
ОЗЕР И ВОДОХОЗЯЙСТВА
ИХТИОЛОГИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ
37024n

Б 1903040100-524 405-91. II полугодие
042(02)-92

© Коллектив
авторов, 1992
© Редакционная
подготовка —
издательство
„Наука“, 1992

ВСЕСОЮЗНАЯ ШКОЛА-СЕМИНАР ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭВОЛЮЦИОННОЙ ИММУНОЛОГИИ И ГЕМАТОЛОГИИ

На базе Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина АН СССР с 3 по 9 июня 1990 г. была проведена Всесоюзная школа-семинар по экологической и эволюционной иммунологии и гематологии, организованная АН СССР. Всесоюзным обществом иммунологов и ИБВВ АН СССР. В ее работе приняли участие 69 человек из 32 научно-исследовательских и одной производственной организаций.

Основной задачей семинара было ознакомление слушателей и специалистов с ведущими направлениями, достижениями, современными методами и методологическими подходами в области фундаментальной иммунологии и гематологии в связи с изучением путей и способов становления структурно-функциональной организации иммунной и кроветворной систем на разных этапах филогенеза многоклеточных животных. Было прочитано 19 тематических лекций и организовано 4 круглых стола.

Во вступительном докладе Н.Г. Хрущов подвел итог сравнительно-эволюционным исследованиям кроветворения среди различных групп животных. В связи с многообразием функций кроветворной системы в докладе были рассмотрены основные этапы ее развития у позвоночных и роль в эволюционных преобразованиях животных в филогенезе. На основе анализа путей развития кроветворной ткани показаны сходство и различие между морфологическими, функциональными и молекулярно-генетическими особенностями клеточных элементов, а также роль стромы и микроокружения в процессах дифференцировки гематоцитов, в осуществлении иммунологических функций патологии.

Сообщение В.Г. Галактионова было посвящено вопросам становления иммунной системы, клеточным и молекулярным основам реализации функций распознавания и нейтрализации чужеродных тел, поддержания генетического постоянства внутренней среды, обеспечения соматического роста животных, а также особенностям структурной организации механизмов и ха-

рактера изменчивости специфического иммунитета на разных этапах филогенетического развития многоклеточных животных.

В докладе В.И. Старостина обсуждались проблемы возникновения особенностей структурной организации родоначальных кроветворных клеток у многоклеточных животных и их роли в обеспечении и определении дифференцировки, направлений развития гематоцитов.

В сообщении А.А. Ярилина излагались процессы дифференцировки и созревания тимоцитов и их биологическое и иммунологическое значение для реализации и регуляции разнообразных защитных функций, а клеточные, молекулярные и генетические механизмы функциональной разнокачественности и дифференцировки клеток тимуса под влиянием макрофагов — в докладе Т.А. Анфаловой.

Физиологические механизмы и молекулярные аспекты фагоцитоза и вопросы регуляции функций макрофагов путем воздействия на них разнообразных иммуномодуляторов рассмотрены в выступлении В.М. Земскова.

Лекция Е.В. Сидоровой была посвящена изложению особенностей структурной организации и функционирования иммуноглобулинов, их многообразию, генетическим основам образования их в организме животных, а молекулярные и биохимические основы адгезивности иммуноцитов, биологическое значение молекул в адгезионных процессах между иммуноцитами и антигенными раздражителями рассмотрены в докладе С.М. Субботина. В двух лекциях, которые были прочитаны В.П. Завьяловым, изложены материалы о структуре и эволюционных связях иммуномедиаторов среди разнообразных групп позвоночных животных.

Три доклада: И.А. Балахнина — „Иммунологические феномены у рыб“, В.Р. Микрякова — „Экологические основы функционирования иммунной системы рыб“, Н.А. Головиной — „Роль крови рыб в адаптационных процессах к условиям рыбоводства“ — были посвящены вопросам иммунологии и гематологии рыб. В них были представлены новые данные о характере реагирования иммунной и кроветворной систем на разнообразные факторы среды.

На четырех тематических занятиях слушателей знакомили с современными методами клеточного иммунитета, иммунохимического анализа, иммунорегуляции и иммунодиагностики.

На заключительном заседании школы-семинара единодушно был отмечен высокий научный уровень представленных лекций, обогативших слушателей новыми знаниями, методическими подходами, позволившими

наметить основные пути дальнейшего развития эколого-иммунологических и эволюционных исследований проблем иммунитета и кроветворения.

Принято решение об издании сборника работ по экологической и эволюционной иммунологии и гематологии и проведении школы-семинара один раз в пять лет.

Участники семинара выразили благодарность дирекции ИБВВ АН СССР, оргкомитету и группе иммунологии за организацию школы-семинара.

В.Р. Микряков

С.И. Генкал, А.Е. Кузьмина

**НОВЫЙ ВИД STEPHANODISCUS CHANTAICUS
GENKAL ET KUZMINA (BACILLARIOPHYTA)**

С применением трансмиссионной и сканирующей электронной микроскопии нами были исследованы материалы по фитопланктону, собранные из Хантайской гидросистемы (Хантайское озеро, р. Хантайка, Хантайское водохранилище). Это позволило описать 2 новых вида и новый род *Stephanocostis* Genkal et Kuzmina [1, 2]. Кроме того, в одной пробе из Хантайского озера в заметном количестве была обнаружена необычная диатомовая водоросль, которая идентифицирована нами также как новый для науки вид. Ниже приводится его описание.

Stephanodiscus chantaicus Genkal et Kuzmina sp. nov.

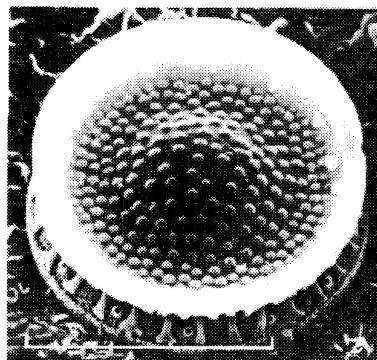
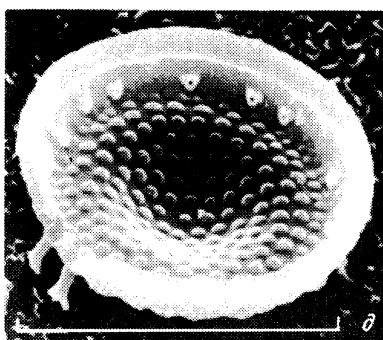
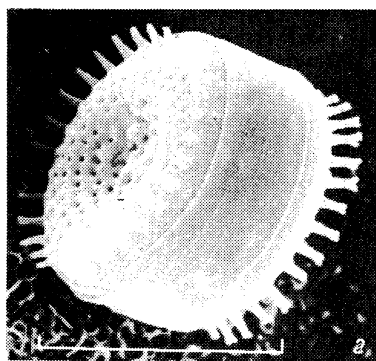
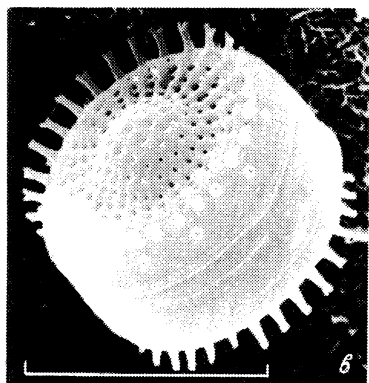
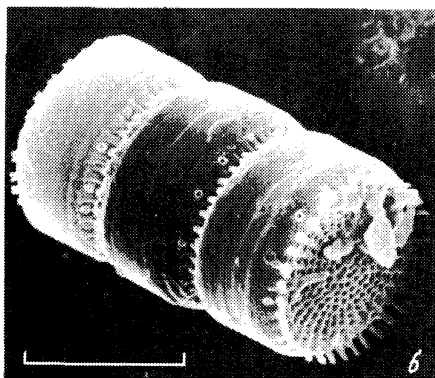
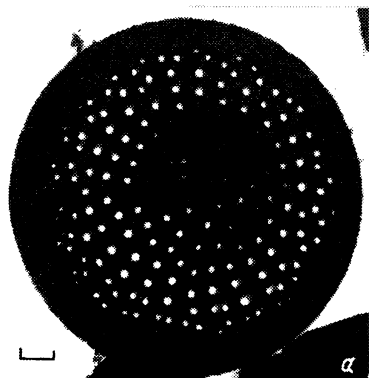
Cellulae coloniam. Valvae circularis, 6.8–17 μm diametro. Striae radiales in fasciculis ordinatae. Fasciculi areolati, ad marginem valvae biserati (raro triseriati) mox in seriem unicam decrescentes, 8–14 in 10 μm . Limbum rimoportula et fulcportulis anulatis dispositis. Spinae submarginales.

Typus. URSS: Rossia, Sibirica, lacus Chantaiskoe, IX, 1983, A.E. Kuzmina. In Instituto Biologiae Aquarum Internarum Acad. Sci. URSS (regio Jaroslavlensis, pag. Borok).

Клетки колониальные (см. рисунок). Створки круглые, диаметром 6.8–17 мкм, с выпуклым или вогнутым центром. Поясок состоит из открытых цельных ободков. Радиальные ареолярные штрихи в 2-рядных (редко 3-рядных) пучках на краю створки, 8–14 в 10

Электронные микрофотографии панциря и створок *Stephanodiscus chantaicus*.

а — створка, б — колония, в, г — створки одного панциря, д, е — внутренняя поверхность створок. а — ТЭМ, б–е — СЭМ. Масштаб соответствует 1 (а) и 10 мкм (б–е).



мкм, 21–25 ареол в 10 мкм штриха, быстро переходят в однорядные. На загибе створки вырасты с 3 опорами ниже каждого 2–3-го ребра и один двугубый вырост. Субмаргинальные шипы остроконечные, вильчатые или лапчатые, имеются на конце каждого ребра.

Тип. СССР: РСФСР, Сибирь, Хантайское озеро, IX. 1983. А.Е. Кузьмина. Хранится в Институте биологии внутренних вод АН СССР (Ярославская обл., пос. Борок).

По общему абрису створки вид близок к *Stephanodiscus minutulus* (Kütz.) Cleve et Moller, однако отличается от последнего наличием колоний, отсутствием выроста с опорами на створке, а также по количественным диагностическим признакам.

В гидросистеме вид вегетировал в течение августа–сентября при температуре 8–15 °С. Он обитает в озере с маломинерализованной водой, которая по ионному составу относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция, за исключением отдельных районов, где преобладающие катионы — щелочные металлы [3]. На глубине по химическому составу воды озера близки к содовым [5]. В некоторых пробах наблюдалось довольно высокое содержание хлора. По содержанию биогенов и гидробионтов озеро олиготрофное [4], газовый его режим благоприятный. Таким образом, по экологии новый вид относится к североальпийским, холодолюбивым, он олигосапроб, олигогалоф.

Литература

1. Генкал С.И., Кузьмина А.Е. Новый род и вид *Stephanocostis chantaicus* Genkal et Kuzmina. (Bacillariophyta) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985. № 67.
2. Генкал С.И., Кузьмина А.Е. Новый вид *Cyclotella chantaica* Kuzmina et Genkal (Bacillariophyta) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1989. № 84.
3. Домышева В.М. Гидрохимические исследования // Гидрохимические и гидробиологические исследования Хантайского водохранилища. Новосибирск, 1986.
4. Кузьмина А.Е. Фитопланктон // Гидрохимические и гидробиологические исследования Хантайского водохранилища. Новосибирск, 1986.
5. Куликова А.А., Малолетко В.А. Материалы по гидрохимии, газовому и термическому режимам Хан-

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

УДК 574.632.017 : 528.88

В.Б. Небесный, Д.В. Дубына, Ю.Р. Шеляг-Сосонко

**АККУМУЛЯЦИЯ СТРОНЦИЯ ТРОСТНИКОМ ЮЖНЫМ
В УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЯХ РЕК
СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ**

Цель работы — изучение территориального распределения стронция, аккумулярованного тростником южным (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud) в устьевых областях крупных рек Северного Причерноморья.

Пробы (около 400) для анализов отбирали при маршрутном обследовании территорий сплошного распространения *Ph. australis* в устьевых областях Днепра, Кубани, Дуная, Днестра и Дона. Общее содержание стронция определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Интерполяцию, градуацию количественного содержания исследуемого элемента и построение на их основе изоконцентратов на представленных картосхемах дельт осуществляли по разработанной в отделе геоботаники Института ботаники им. Н.Г. Холодного АН УССР программе на ЭВМ СМ-4 [5]. Валовое содержание стронция вычисляли пересчетом его содержания в органах *Ph. australis* на общие запасы надземной и подземной фитомассы вида. Надземную фитомассу определяли методом дистанционного зондирования сообществ тростника с учетом степени его нарушенности [4], подземную — путем пересчета надземной на коэффициент перевода, полученный экспериментальным путем.

На территориях устьевых областей крупных рек Северного Причерноморья сообщества тростника являются преобладающими [1-3], там они занимают почти сплошные массивы, за исключением гряд и грив, а также участков водоемов, глубина которых больше 50 см [1-3]. Определены площади, на которых распространяются сообщества тростника, первичная продукция

Таблица 1

Площадь и первичная продукция *Phragmites australis*

Устьевая область	Площадь, км ²	Первичная продукция, тыс. т	
		сообществ	эдика- тора
Днепра	291	745	285
Кубани	1775	4660	2750
Дуная	353	948	390
Днестра	340	1000	350
Дона	75	838	105
Всего	2834	8191	3880

Таблица 2

Валовое содержание стронция (т),
аккумулированного *Phragmites australis*

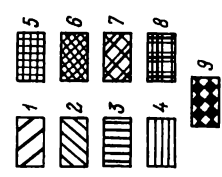
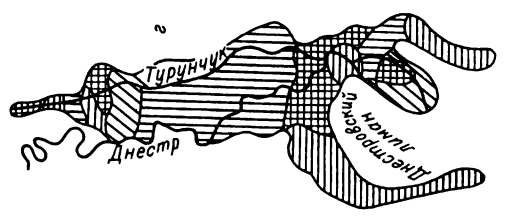
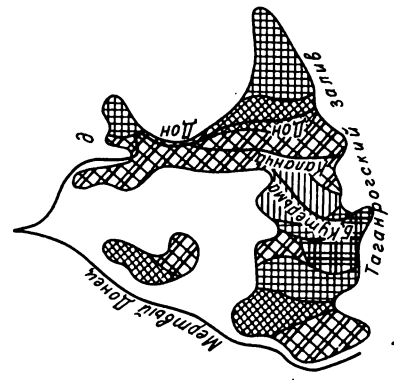
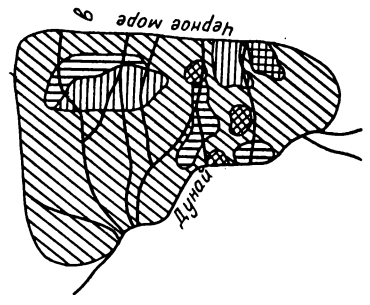
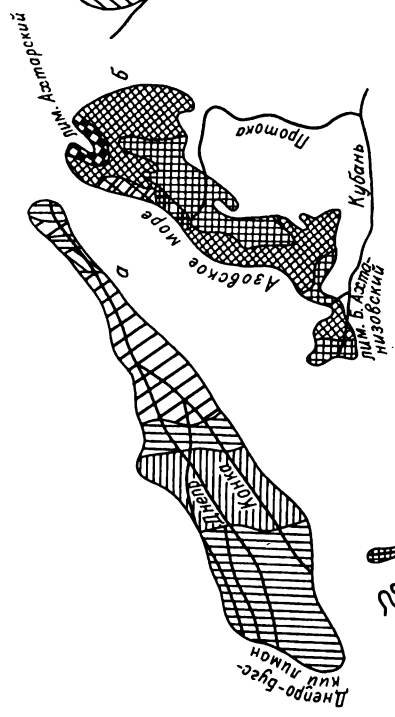
Устьевая область	Надземная часть	Подземная часть	Все растение
Днепра	38	76	114
Кубани	960	1920	2880
Дуная	44	87	131
Днестра	69	138	207
Дона	30	60	90
Всего	1141	2281	3422

их зеленой массы и эдикатора (табл. 1), валовое содержание стронция, аккумулированного тростником (табл. 2).

Наибольшим количеством стронция, накапливаемого растением на единицу площади, отличаются реки Кубань и Дон (см. рисунок). На 2-м месте находится р.

Распределение стронция в устьевых областях рек Днепра (а), Кубани (б), Дуная (Килийского гирла) (в), Днестра (г), Дона (д).

Содержание элемента, г/кг абсолютно сухого вещества: 1 — от 0 до 0.15; 2 — от 0.15 до 0.20; 3 — от 0.20 до 0.35; 4 — от 0.35 до 0.50; 5 — от 0.50 до 0.65; 6 — от 0.65 до 0.80; 7 — от 0.8 до 1; 8 — от 1 до 1.2; 9 — от 1.2 до 2.



Днестр, на 3-м — р. Дунай (Килийское гирло) и р. Днепр. В устьевой области Кубани самые высокие концентрации (от 1.5- до 2 г/кг) зафиксированы в тростнике на массивах, прилегающих к Ахтарскому лиману (северо-восточная часть устьевого участка). Довольно значительное количество стронция (от 1 до 1.2 и от 0.8 до 1 г/кг) выявлено на приморском участке выше рукава Протока. На территориях, где тростник преобладает, концентрации стронция в нем относительно высоки (от 0.65-0.85 г/кг), и только на небольшой части площадей в нем содержится меньшее количество этого элемента (от 0.50 до 0.65 г/кг). Данные концентрации — самые низкие для тростника устьевой области Кубани. Популяций с меньшим значением, как в остальных реках, не выявлено.

На р. Дон большое количество стронция в тростнике (от 1 до 1.2 г/кг) наблюдается лишь на участках, примыкающих к Таганрогскому заливу, по правому берегу рукава Большая Кутерьма. Довольно высокое его содержание (от 0.8 до 1 г/кг) отмечено в растениях на массивах вдоль рукавов Дона и Каланчи, по левому берегу рукава Мертвый Донец, а также на 2 изолированных участках: южном и примыкающем к вышеописанному (с наивысшей концентрацией исследуемого элемента). Накоплением от 0.65 до 0.80 г/кг стронция характеризуются популяции тростника, произрастающие по правому и левому берегам рукава Дон и в его нижнем течении (на изолированном массиве северного участка), а также по левому берегу рукава Мертвый Донец (нижний участок течения). Самыми низкими концентрациями стронция отличаются популяции левого и правого берегов рукава Большая Кутерьма. На остальных, относительно крупных участках, отмечено повышенное содержание исследуемого элемента — от 0.50 до 0.65 г/кг.

На р. Днестр наиболее высокими значениями стронция (от 0.50 до 0.65 г/кг) выделяются популяции тростника в районе слияния рукавов Днестр и Турунчук, на правом берегу Днестра при впадении его в Днестровский лиман, а также на территории северного приустьевого участка. На прибрежных участках Днестровского лимана, а также на небольших массивах в северной части приустья выявлены популяции с его концентрацией от 0.35 до 0.50 г/кг. Наименьшее количество исследуемого элемента (от 0.15 до 0.20 г/кг) отмечено в тростнике устьевой области Днестра, а также северной части приустья. Остальные территории характеризуются его концентрацией в растении от 0.20 до 0.35 г/кг. Са-

мый крупный цельный массив с указанными значениями расположен в междуречье Днестр-Турунчук и прилегающих к нему территориях.

Плавневые сообщества р. Дунай отличаются относительно равномерным территориальным распределением популяций тростника с одинаковым, сравнительно невысоким (от 0.15 до 0.20 г/кг) содержанием стронция в его органах. Самые большие концентрации этого элемента выявлены на изолированных массивах в южной и северо-восточной частях Килийского гирла.

Плавневые сообщества как Днепра, так и Дуная, тоже характеризуются наличием крупных массивов с одинаковой концентрацией стронция. Интересно отметить, что ниже плотины Каховской ГЭС (северный участок) обнаружен обширный участок с самым низким (от 0 до 0.15 г/кг) содержанием стронция в органах тростника, причем такие значения концентраций характерны только для р. Днепр. Ниже по течению (примерно в районе г. Цюрупинска Херсонской обл.) наблюдается увеличение значений аккумуляции от 0.2 до 0.5 г/кг. Дальше, примерно на территории всего устьевого участка, отмечено снижение концентрации исследуемого элемента.

Таким образом, мозаичность территориального распределения массивов с разной — концентрацией стронция в органах тростника в пределах одной устьевой области чаще всего носит вероятностный характер. Однако во многих случаях отмечена устойчивая приуроченность к местности с преобладающим типом антропогенного влияния. Например, повышенное содержание стронция в органах тростника на р. Кубань сохраняется в районе Ахтарского лимана, в который сбрасываются мелиоративные воды, на р. Дон — вдоль водотоков Большая Кутерьма и Мертвый Донец, на р. Днестр — в районе соединения 2 крупных водотоков — Днестра и Турунчука. Пополнение количества стронция в устьевой области Днепра более активно происходит с водосборов устьевого и нижней части приустьевого участков, чем с самого русла р. Днепр. Вместе с тем отдельные массивы (например, изолированный на р. Дон, на Килийском гирле Дуная и других реках), несмотря на то что они находятся на участках, защищенных от влияния извне, отличаются более высокими концентрациями стронция.

Литература

1. Дубына Д.В. Распределение, эколого-ценотические особенности и ресурсы *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud устьевой области Кубани // Изв. Северо-Кавказ. науч. центра высшей школы. 1987. № 4.
2. Дубына Д.В. Ресурсы *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud низовий Днестра, их рациональное использование и охрана // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук. 1987. № 4.
3. Дубына Д.В., Небесный В.Б., Стулак А.П. Распространение, эколого-ценотические особенности и ресурсы тростника обыкновенного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud) в устьевой области Днепра // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1990. Т. 1.
4. Кондратьев К.Я., Небесный В.Б., Дубына Д.В., Федченко П.П. Определение территориальной дифференциации аккумулярованных гидрофитами тяжелых металлов с использованием дистанционного зондирования // Докл. АН СССР. 1990. Т. 311, вып. 1.
5. Миролюбов А.В., Мовчан Я.И., Небесный В.Б. Дистанционный мониторинг степных заповедников Украины // Актуальные проблемы охраны, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов: Матер. конф. Минск, 1985.

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного АН Украины

УДК 575.311 : 593.1

А.П. Мыльников

СТРОЕНИЕ КЛЕТОК ЖГУТИКОНОСЦА *CERCOMONAS ACTIVUS* (CERCOMONADIDA)

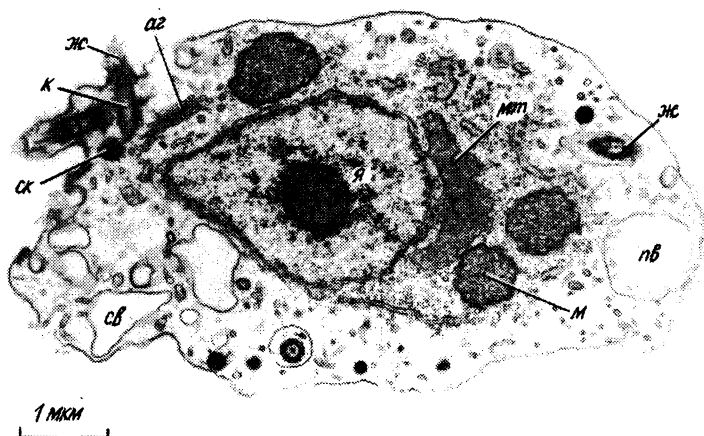
Среди амebo-флагеллят наименее изученной группой в отношении ультраструктуры остаются церкомонадида. К ним относятся одноклеточные простейшие, несущие одновременно 2 жгутика и образующие псевдоподии, что отличает их от других амeboидных жгутиконосцев, например шизопиренид. Большинство видов церкомонадид обитает в пресных водах.

Представляет интерес сравнить строение недавно описанного при исследовании с помощью светового микроскопа вида *Cercomonas activus* [1], имеющего в жизненном цикле стадию плазмодия, с другими известными церкомонадами. Материалом для данной работы послужил клон С-50, хранящийся в коллекции простейших группы протозоологии ИБВВ АН СССР. Методика культивирования и фиксации объекта проводилась ранее [2].

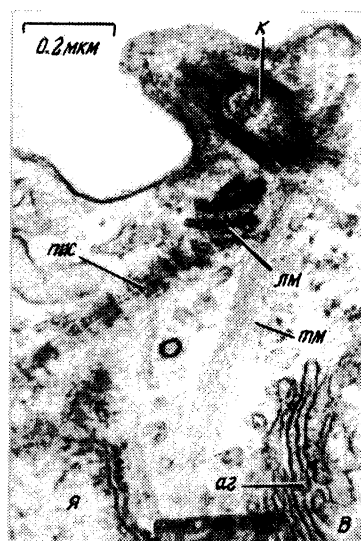
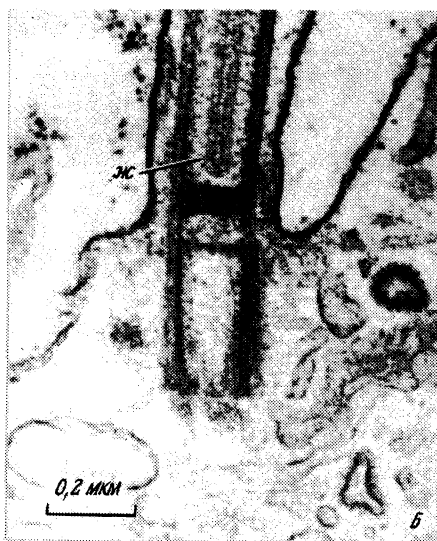
Общий вид клетки жгутиконосца представлен на рисунке (А). Снаружи она покрыта лишь плазмалеммой, имеющей обычное строение. Гликокаликс не выражен. На переднем конце клетки находятся расположенные под углом 90° друг к другу кинетосомы 2 жгутиков (см. рисунок, А). Мاستигонем на жгутиках не обнаружено. Задний жгутик проходит в своей проксимальной части внутри небольшого жгутикового кармана (см. рисунок, Г). Последний выявлен не у всех клеток. Центральные микротрубочки аксонемы жгутика оканчиваются вблизи поперечной пластинки, находящейся на уровне поверхности клетки (см. рисунок, Б). Аксонемы не найдено. Длина кинетосом составляет 0.42 мкм. Нижняя их часть окружена осмиофильным материалом (сателлитами).

Корешковая система жгутиков (КСЖ) устроена довольно просто (см. рисунок, В). От кинетосом параллельно заднему рулевому жгутику отходит широкая лента, состоящая из 5-6 микротрубочек. Она обнаруживается и в стенке жгутикового кармана. От кинетосом отходят также поперечно исчерченная структура (пис) и пучок очень тонких микрофиламентов. Вблизи нижнего конца этой структуры начинается микротрубочковый конус, охватывающий передний конец ядра. Несколько одиночных микротрубочек проходит в кортикальном слое цитоплазмы.

Ядро диаметром 1.9-2.5 мкм лежит вблизи кинетосом. Ядерные поры хорошо заметны. Внутри ядра видны глыбки хроматина и ядрышко (см. рисунок А), передний его конец заострен. Рядом расположен кольцевидный аппарат Гольджи диаметром приблизительно 1 мкм. Сзади ядра лежит крупное микротельце длиной 1.9-3.1 мкм, имеющее неровные очертания (см. рисунок, Г), с мелкогранулярным содержимым и мелкими пузырьками. Митохондрии шириной 0.4-0.6 и длиной до 1.3 мкм содержат типично трубчатые кристы. Две сократительные вакуоли диаметром 1.1-1.3 мкм лежат обычно в переднем конце клетки, иногда их стенки окружены клатриновым слоем. Такой же слой обнаружен и у мелких вакуолей диаметром 0.15-0.18 мкм, наблюдающиеся на вентральной стороне клетки и око-

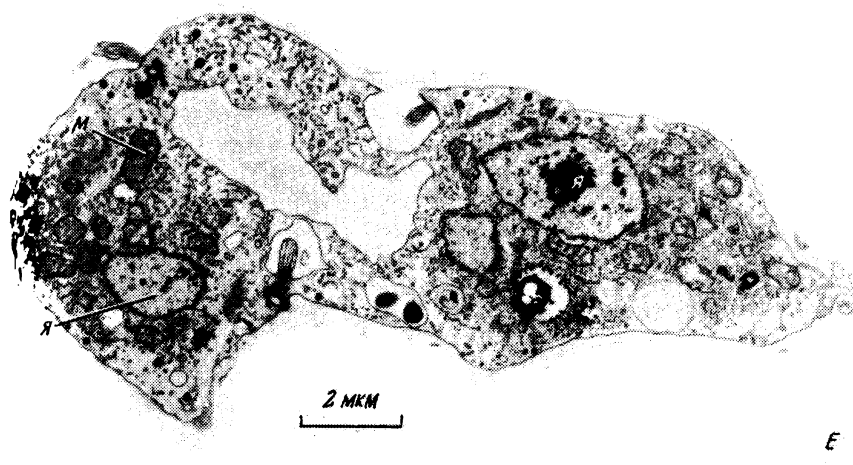
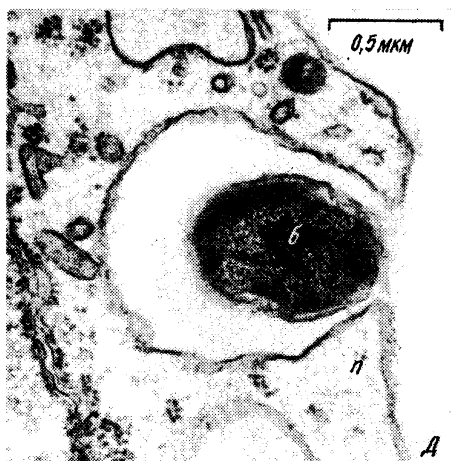
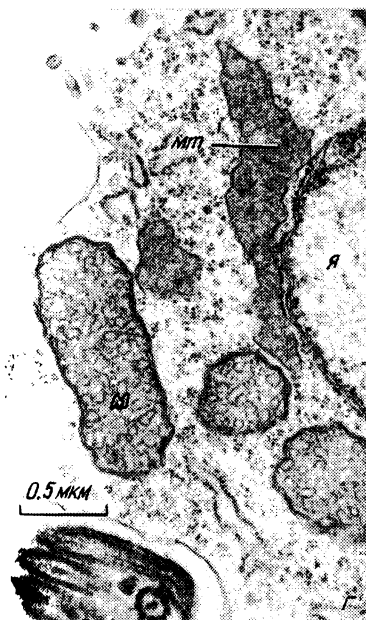


А



Строение жгутиконосца *Cercomonas activus*.

А — продольный срез клетки, Б — жгутик, В — кинетосома и корешковая система жгутиков, Г — участок цитоплазмы, Д — захват бактерии псевдоподий, Е — плазмодий; аГ — аппарат Гольджи, б — бактерия, ж — жгутик, к — кинетосома, лм —



лента микротрубочек, *м* — митохондрия, *мт* — микротельце, *п* — псевдоподия, *пв* — пищеварительная вакуоль, *пис* — поперечно исчерченная структура, *св* — сократительная вакуоль, *ск* — сателлит кинетосом, *тм* — тонкие микрофиламенты, *я* — ядро.

Заказ № 1820

17 ВИБРАТОРЕК
ИНВ. № 37024п

ло аппарата Гольджи. Псевдоподии жгутиконосца содержат сеть микрофиламентов и иногда микротрубочки (см. рисунок, Д). Запасные вещества представлены гранулами полисахаридов.

Кроме названных структур в цитоплазме найдены осмиофильные тела и стрекательные органеллы — трихоцисты (на рисунке не показаны). Последние на поперечных срезах имеют форму ромба или квадрата с ребром 0.12–0.30 мкм. Длина трихоцист составляет 2–3.1 мкм, ее кристаллоид окружен мембраной.

Внутреннее строение плазмодия принципиально не отличается от такового одноклеточных клеток (см. рисунок, Е). Стоит подчеркнуть, что в его жгутиковом кармане часто обнаруживается пучок рулевых жгутиков. Таким образом, в плазмодии можно различать ядра, микротельца, митохондрии, кинетосомы и жгутики, аппараты Гольджи и другие компоненты клеток. Общий его вид напоминает неразделившуюся после многократного митоза клетку.

Как видно, строение *Cercomonas activus* соответствует плану организации других церкомонадид [2]. Общими для них являются пузырьковидное ядро, митохондрии с трубчатыми кристами, микротрубочковый конус, охватывающий передний конец ядра, микротельце, аппарат Гольджи. По сравнению со сложнотростчатой КСЖ *C. crassicauda* и *C. longicauda* у *C. activus* она насчитывает лишь одну вентральную ленту микротрубочек. Микротельце рассматриваемого жгутиконосца находится около задней стенки ядра, как и у многих других церкомонадид [2, 5]. Жгутиковый карман также имеется у некоторых церкомонадид. Если осмиофильные тела участвуют в скольжении жгутиконосца по субстрату [2], то функциональное значение трихоцист остается неясным. Мелкие вакуоли с клатриновой оболочкой у жгутиконосцев обычно участвуют в эндо- и эктоцитозе, а запас мелких пузырьков служит в качестве депо мембран, которые используются в построении плазмалеммы при образовании псевдоподий. В отличие от других церкомонадид у *C. activus* в псевдоподиях обнаружены микротрубочки. Возможно, этим объясняется весьма быстрое образование и подтягивание псевдоподий у этого жгутиконосца.

Рассматриваемый вид и некоторые другие церкомонадиды имеют в своем жизненном цикле стадию плазмодия. Причем у них наблюдается сходство в строении плазмодия, который содержит умноженное количество клеточных органелл [3]. По мнению Н. Ширкиной [4], такие плазмодии могут образовываться за счет слияния особей. Однако у них пучок делящихся зад-

них жгутиков лежит в канале, что более просто объясняется не слиянием клеток, а незавершившимся разделением плазмодия на отдельные клетки. К тому же слияние клеток, как и у слизистых грибов, приводит к образованию их ячеистой сети, что неизвестно для *C. activus* и других церкомонадид. Таким образом, принадлежность изученного нами вида к церкомонадидам не вызывает сомнений.

Литература

1. Жуков Б.Ф., Мыльников А.П. Новые и редкие виды бесцветных жгутиконосцев в фауне европейской части СССР // Фауна и биология пресноводных организмов. Л., 1987.
2. Мыльников А.П. Биология и ультраструктура амeboидных жгутиконосцев *Cercomonadida* ord. n. // Зоол. журн. 1986. Т. 65, вып. 5.
3. Мыльников А.П. Строение клеток жгутиконосца *Cercomonas crassicauda* // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1989. № 84.
4. Ширкина Н.И. Особенности биологии некоторых жгутиконосцев рода *Cercomonas* (*Rhizomastigida*. *Cercomonadidae*) // Зоол. журн. 1987. Т. 66, вып. 4.
5. Schuster F.L., Pollack A. Ultrastructure of *Cercomonas* sp., a free-living ameboid flagellate // Arch. Protistenk. 1978. Bd 120. H. 1/2.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН

УДК 591.524.12

В.В. Жариков, Ю.М. Ротарь

СОСТАВ ФАУНЫ СВОБОДНОЖИВУЩИХ ИНФУЗОРИЙ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Сведения о составе инфузорий различных биотопов Куйбышевского водохранилища крайне скудны и исчерпываются результатами изучения в 1972–1976 гг. лишь 18 видов этих простейших, и только их планктонных форм [4].

В течение 1986–1989 гг. нами были проведены предварительные исследования инфузорий на аквато-

Инфузории Куйбышевского водохранилища

Видовой состав	Индивидуальная масса, мг 10 ⁻³	Индекс сапробности	Биотоп	Трофическая группа	Качественный состав пищи
Класс <i>Kinetofragminophora</i>					
<i>Actinobolina radians</i>	0.4	2.5	Бентос	Хищники	Инфузории
<i>Amphileptus claparedesi</i>	0.3	2.8	»	Бактерио-детрито-фаги	Водоросли, жгутиконосцы, инфузории (п/кл.) <i>Peritricha</i> , коловратки
<i>Askenasia elegans</i>	—	—	»	Та же	?
<i>A. faurei</i>	—	—	Плankтон	»	Водоросли
<i>A. volvox</i>	0.4	—	»	»	Бактерии, водоросли
<i>Bursella spumosa</i>	3.0	—	»	Хищники	Водоросли, фотосинтезирующие, коловратки, жгутиконосцы, инфузории
<i>Chaenea teres</i>	—	2.0	Бентос	Бактерио-детрито-фаги	Инфузории, жгутиконосцы
<i>Chilodonella acuta</i>	—	—	»	Та же	?
<i>Ch. uncinata</i>	0.02	3.0	»	»	Бактерии

Продолжение таблицы

<i>Coleps hirtus</i>	0.02	2.5	Планктон, бентос Тот же	Гистофаги	Гистофагия, инфузории, водоросли, бактерии
<i>Didinium nasutum</i>	0.6	2.5	Хищники	Хищники	Инфузории, диатомовые
<i>Dileptus anser</i>	0.3	1.6	»	»	Инфузории, коловратки
<i>D. cygnus</i>	0.3	-	»	Неселективные всеяды	?
<i>D. monilatus</i>	0.3	-	Бентос	Та же	?
<i>Encheielys pupa</i>	0.06	-	Планктон, бентос	Бактерио-детритофаги	Водоросли, инфузории
<i>Holophrya discolor</i>	-	-	Тот же	Та же	?
<i>H. hexatricha</i>	0.015	-	Планктон	»	?
<i>H. simplex</i>	0.05	-	Планктон, бентос	»	Водоросли, бактерии
<i>Lacrymaria coronata</i>	0.17	-	Бентос	Хищники	Жгутиконосцы, инфузории, водоросли
<i>L. olor</i>	0.17	2.0	Перифитон, бентос	»	Инфузории, жгутиконосцы
<i>L. pupula</i>	0.02	2.0	Бентос	»	Жгутиконосцы (?)
<i>Litonotus fasciola</i>	-	3.0	»	Бактерио-детритофаги	?

Продолжение таблицы

Видовой состав	Индивидуальная масса, г мг 10 ⁻³	Индекс сапробности	Биотоп	Трофическая группа	Качественный состав пищи
<i>Litonotus varsaviensis</i>	-	-	Перифитон, бентос	Та же	?
<i>Loxophyllum helus</i>	2.0	2.0	Перифитон	»	Инфузории, бактерии, жгутиконосцы
<i>L. meleagris</i>	3.0	2.0	»	»	?
<i>Maryna rotunda</i>	-	-	Планктон	?	?
<i>Mesodinium acarus</i>	-	-	»	Бактерио-детритофаги	?
<i>M. pulex</i>	0.01	-	»	Та же	?
<i>Microtorax sulcatus</i>	0.009	-	Бентос	»	Бактерии
<i>Monodinium baltianii</i>	0.2	-	Планктон	Хищники	Инфузории, жгутиконосцы
<i>M. balbianii</i>	0.2	-	»	»	Тот же
<i>v. rostratum</i>	2.0	2.4	Планктон, бентос	Альгофаги	Цианобактерии
<i>Nassula aurea</i>	5.0	1.75	Планктон	Хищники	Инфузории, жгутиконосцы, колоники, водоросли, детрит
<i>Paradileptus elephantinus</i>					

Продолжение таблицы

<i>Phascolodon vorticella</i>	0.1	2.0	Планктон, бентос	Альгофаги	Диатомовые, детрит, жгутиконосцы
<i>Plagiopyla nasuta</i>	0.8	5.0	Бентос	Бактерио-детрито-фаги Та же	Бактерии
<i>Prorodon armatus</i>	-	-	Планктон	»	?
<i>P. ovum</i>	0.7	-	»	»	?
<i>P. teres</i>	0.4	3.0	»	»	?
<i>P. viridis</i>	0.3	-	»	»	Водоросли, гисто-фагия
<i>Spathidium spathula</i>	0.2	-	»	»	Водоросли, инфузо-рии
<i>Trachelius ovum</i>	0.6	2.5	»	Хищники	Инфузории, диато-мовые
<i>Trithigmostoma cucullulus</i>	0.05	2.9	Планктон, бентос, перифитон	Альгофаги	Диатомовые
<i>Urotricha farcta</i>	-	3.0	Планктон	Бактерио-детрито-фаги Та же	?
<i>U. pelagica</i>	0.02	-	»	Диатомовые	Диатомовые
<i>Acineta grandis</i>	-	Подкласс Suctoria			
	-	2.6	Планктон, перифитон	Хищники	Инфузории
<i>Dendrosoma radians</i>	-	2.5	Перифитон	»	»

Продолжение таблицы

Видовой состав	Индивидуальная масса, мг 10^{-3}	Индекс сапробности	Биотоп	Трофическая группа	Качественный состав пищи
Подкласс <i>Suctorioria</i>					
<i>Heliophrya colini</i>	0.005	-	»	»	»
<i>Metacineta mystacina</i>	0.113	2.5	»	»	Инфузории, жгутиконосцы
<i>Podophrya fixa</i>	-	3.65	»	»	Инфузории
<i>Solenophrya crassa</i>	-	-	Планктон	»	»
<i>Sphaerophrya stokesii</i>	-	-	»	»	Инфузории (?)
<i>Staurophrya elegans</i>	0.10	2.0	»	»	Инфузории
<i>Tocophrya mollis</i>	-	3.15	Перифитон	»	»
<i>T. quadriparsita</i>	-	2.85	Планктон, перифитон	»	»
Класс <i>Oligohymenophora</i>					
<i>Carchesium pectinatum</i>	0.04	1.3	Планктон	Бактерио-дегритофаги	Бактерии, дегрит
<i>C. polypinum</i>	-	2.85	»	Та же	Бактерии

Продолжение таблицы

<i>Cothurnia annulata</i>	-	1.5	»	»	Бактерии (?)
<i>Cyclidium glaucoma</i>	0.005	3.1	Бентос	»	Бактерии
<i>Epistylis pliocatilis</i>	-	3.15	Планктон	»	»
<i>E. rotans</i>	0.06	1.5	»	»	Детрит, бактерии
<i>Frontonia acuminata</i>	0.10	2.2	Бентос	Альгофаги	Водоросли (?)
<i>F. leucas</i>	5.0	2.0	Бентос, планктон	»	Диатомовые, детрит
<i>Glaucoma scintillans</i>	0.06	4.5	Бентос	Бактерио-детрито-фаги	Бактерии
<i>Maritruja pelagica</i>	-	1.0	Планктон	Альгофаги	Водоросли, детрит
<i>Paramecium aurelia</i>	0.4	2.5	Бентос	Бактерио-детрито-фаги	Бактерии
<i>P. caudatum</i>	0.4	3.3	Планктон, бентос	Та же	»
<i>Platycola truncata</i>	-	2.25	Перифитон	»	»
<i>Pleuronema coronatum</i>	0.4	2.3	Бентос	»	»
<i>Scyphidia phryganeum</i>	-	-	Планктон	»	?

Продолжение таблицы

Видовой состав	Индивидуальная масса, 10^{-3} мг	Индекс сапробности	Биотоп	Трофическая группа	Качественный состав пищи
<i>Stokesia vernalis</i>	0.4	2.0	Планктон, бентос	Альгофаги	Детрит, диатомовые, бактерии
<i>Urocentrum turbo</i>	0.5	2.27	Бентос	Бактерио-детритофаги	Бактерии
<i>Vaginicola crystallina</i>	0.02	2.5	Планктон, перифитон	Та же	»
<i>V. ingenite</i> (?)	-	2.4	Планктон	»	?
<i>Vorticella ana-baena</i>	0.04	-	Планктон, бентос	»	Детрит, бактерии
<i>V. campanula</i>	-	2.25	Планктон, бентос,	»	Та же
<i>V. conochili</i>	0.009	-	перифитон	»	Бактерии
<i>V. convallaria</i>	-	2.9	Планктон, перифитон, бентос	»	»
<i>V. microstoma</i>	-	4.2	Планктон, перифитон	»	»
<i>V. microstoma</i> var. <i>hyans</i>	-	4.5	Тот же	»	»
<i>V. natans</i>	0.05	1.7	Планктон	»	»
<i>Vorticella sphaerica</i>	-	-	»	»	»

Продолжение таблицы

<i>V. striata</i>	-	-	Планктон, перифитон Перифитон	*	*
<i>Zoothamnium hentscheli</i>	-	-		*	Детрит, бактерии
Класс <i>Polythymenophora</i>					
<i>Aspidisca costata</i>	0.03	2.8	*	*	Бактерии
<i>A. lynceus</i>	0.03	2.9	Перифитон, бентос	*	*
<i>Bursaria truncatella</i>	54.0	2.1	Планктон	Хищники	Коловратки инфузории, жгутиконосцы ?
<i>Climacostomum virens</i>	2.0	2.0	Бентос	Неселективные всеяды	
<i>Codonella cratera</i>	0.05	1.4	Планктон, бентос	Бактерио-детритофаги	Бактерии, водоросли
<i>Condylostoma vorticella</i>	1.5		Тот же	Та же	?
<i>Epalxella antiquorum</i>	0.01	5.5	Бентос	*	Бактерии
<i>Euplotes affinis</i>	0.04	2.4	*	*	Бактерии (?)
<i>E. moebinsi</i> (?)	-	2.85	*	*	?
<i>Halteria grandinella</i>	0.01	1.85	Планктон	*	Бактерии, водоросли

Продолжение таблицы

Видовой состав	Индивидуальная масса, мг 10 ⁻³	Индекс сапробности	Биотоп	Трофическая группа	Качественный состав пищи
<i>Leprotintinnus pellicidus</i> <i>Metopus es</i>	0.06 0.4	- -	» Бентос	Альгофаги Бактерио-детрито-фаги Та же	Водоросли (?) Бактерии
<i>Oxytricha fallax</i> <i>Paruroleptus piscis</i>	0.1 0.3	3.0 -	» »	Неселективные всеяды	» ?
<i>Spirostomum ambiguum</i>	0.25	3.0	»	Бактерио-детрито-фаги	Бактерии
<i>Stentor polymorphus</i> <i>S. roeseli</i>	6.0 3.0	2.2 2.45	Планктон, бентос Тот же	Фотосинтезики Неселективные всеяды Альгофаги	Фотосинтезирующие. детрит, бактерии Водоросли, бактерии
<i>Strobilidium gyans</i> <i>Strobilidium velox</i>	0.15 0.3	1.0 2.0	» »	» »	Водоросли »
<i>Strombidium conicoides</i> (?) <i>St. mirabile</i>	- 0.08	- -	Планктон »	» »	Бактерии, водоросли

Продолжение таблицы

<i>St. sulcatum</i>	0.01	-	Бентос	»	Диатомовые
<i>St. viride</i>	0.05	2.0	Планктон, бентос	»	Водоросли, бактерии
<i>St. viride</i>	0.01	-	Планктон	»	Бактерии, водоросли
<i>f. pelagica</i>					
<i>Strongylidium lanceolatum</i>	0.01	1.2	Бентос	Бактерио-детрито-фаги	Бактерии
<i>Stylonichia mytilus</i>	0.9	2.9	Перифитон, бентос	Неселек-тивные всеяды	Инфузории, бактерии, водоросли
<i>Tachysoma pel-lionella</i>	0.07	3.05	Планктон, бентос	Бактерио-детрито-фаги	Бактерии
<i>Tintinnidium fluviatile</i>	0.02	1.4	Тот же	Неселек-тивные всеяды	Водоросли, бактерии
<i>T. fluviatile</i>	0.05	-	»	Та же	Тот же
<i>f. cylindrica</i>					
<i>T. fluviatile</i>	0.005	-	Планктон	»	»
<i>f. minima</i>					
<i>T. pusillum</i>	0.01	-	Планктон, бентос	»	»
<i>T. semiciliatum</i>	0.04	-	Планктон	»	Водоросли (?)
<i>Tintinnopsis cylindrata</i>	0.01	-	Планктон	Бактерио-детрито-фаги	Водоросли, бактерии
<i>Uroleptus piscis</i>	0.3	2.7	Бентос	Та же	?

рии Куйбышевского водохранилища (от г. Тольятти до г. Казани) в различных биотопах. Осуществляли видовое определение объектов как живых, так и на временных тотальных препаратах и препаратах, импрегнированных серебром [8]. Индивидуальную массу вычисляли на основе собственных измерений путем уподобления формы клетки определенной геометрической фигуре. В случае совпадения линейных размеров с указанными в литературе использовали данные других авторов [1, 3-5]. В основу условного деления на трофические группы положена схема Пратта и Кэрнса [7], видоизмененная нами с учетом данных по количественному и качественному составу пищи [2, 4]. Индекс степени сапробности рассчитывали по Сладечеку [8].

Было установлено 118 видов (см. таблицу), что составляет около 57 % от всего видового состава инфузорий, известного для бассейна р. Волги. Из них в составе планктона отмечено 39 видов, бентоса (ил) — 30, перифитона — 10. Остальные встречались одновременно в нескольких биотопах.

Литература

1. Белова С.Л. К методике определения объемов простейших // Гидробиол. журн. 1982. Т. 18, вып. 1.
2. Бурковский И.В. Экология свободноживущих инфузорий. М., 1984.
3. Жариков В.В. Краткий эколого-фаунистический обзор инфузорий оз. Севан // Тр. Севан. гидробиол. станции АН АрмССР. 1985. Т. 20.
4. Мамаева Н.В. Инфузории бассейна р. Волги. Л., 1979.
5. Чорик Ф.П. Свободноживущие инфузории водоемов Молдавии. Кишинев, 1968.
6. Chatton E., Lwoff A. Techniques pour l'étude des Protozoaires, spécialement de leurs structures superficielles (cinetome et argyrome) // Bull. Soc. franç. microsc. 1936. Vol. 56, N 3-4.
7. Pratt J.R., Cairns J. Functional groups in the Protozoa: roles in differing ecosystems // J. Protozool. 1985. Vol. 32, N 3.
8. Sladeczek V. System of water quality from biological point of view // Ergebnisse der Limnologie. Stuttgart, 1973.

Институт экологии
Волжского бассейна РАН

В.П. Семерной, О.В. Костромская

**МАЛОЩЕТИНКОВЫЕ ЧЕРВИ ВОДОЕМОВ
ЧИРЧИК-АНГРЕНСКОГО БАССЕЙНА
(УЗБЕКСКАЯ ССР)**

Сведения об олигохетофауне водоемов Узбекистана к началу 80-х годов были уже значительными, но еще далеко не полными. Специальных исследований по олигохетам рек Чирчик и Ангрен не проводилось, имелись лишь некоторые сведения по р. Чирчик, где указывалось 8 видов [6].

В 1983-1985 гг. мы изучали видовой состав и биотопическое распределение водных олигохет в водоемах разного типа: реках, ручьях, озерах, арыках, старицах Чирчик-Ангренского бассейна. В летний и зимний периоды с помощью сачка, скребка, методом смыва с водной растительности и соскобов с камней было собрано 96 проб.

Река Чирчик, образуемая от слияния рек Пскем и Чаткал, пересекает территорию Узбекистана с северо-востока на юго-запад и впадает в р. Сырдарью ниже пос. Чиназ. В верховье это типично горный поток снежно-ледникового питания. Ниже пос. Газалкент он расширяется, разделяется на ряд рукавов, образуя большое количество песчаных островов и отмелей. В нижнем течении воды р. Чирчик поступают по многочисленным магистральным каналам и арыкам на орошение.

Река Ангрен впадает в р. Чирчик через канал Карасу; ее главные притоки — Арашан, Иерташ и Карабау, остальные — небольшие и носят название саев. В предгорной и равнинной частях долины р. Ангрен построены 2 крупных водохранилища. Река снежно-дождевого питания, дает начало многим оросительным системам. Максимальная ширина поймы — 3-4 км у пос. Аблык [2].

Нами было идентифицировано 25 видов. Ввиду первичности данных по олигохетофауне рек Чирчик и Ангрен и большинства водоемов в их бассейне целесообразно дать краткую характеристику местонахождения видов и их распространение.

Aeolosoma hemprichi (Ehrenberg, 1828) отмечена в массе в Карабау-сае и на предгорном участке среднего течения р. Ангрен в прибрежных зарослях макрофитов. Этот вид неоднократно указывался для Средней Азии, в том числе на рисовых полях [1, 3, 4]. — **Общ. распр.:** всесветное.

Rheomorpha neiswestnovae (Lastochkin, 1935) найдена на водных растениях в центре оз. Бахт. Ранее вид для Средней Азии не указывался. — **Общ. распр.:** Европа (Прибалтика, Северная Италия), Средняя Азия.

Stylaria lacustris (Linne, 1967) зарегистрирована в Карабау-сае. Вид широко известен в Средней Азии [1, 3, 4, 7, 8]. — **Общ. распр.:** вся Голарктика, Приморье.

Aulophorus furcatus (Müller, 1773) наблюдался в массе в канале Салар при впадении его в р. Калган-Чирчик. Ранее был найден в канале Салар в пределах г. Ташкента и на рисовых полях УзНИИР [4, 5]. — **Общ. распр.:** всесветное.

Nais pseudobtusa (Piguet, 1906) отмечена в р. Чирчик на всем ее протяжении. Ранее известна из р. Амударьи [1]. — **Общ. распр.:** Европа, Кавказ, Средняя Азия, Сибирь, Сев. Америка.

N. barbata (Müller, 1773) найдена в среднем и нижнем течении р. Чирчик и в притоках на макрофитах, покрытых толстым слоем ила, детрита, обросших синезелеными водорослями, в местах с замедленным течением. В водоемах Средней Азии не отмечена. — **Общ. распр.:** Европа, вся Азия, Сев. Америка.

N. variabilis (Piguet, 1906) найдена в большинстве исследованного района, преимущественно среди растительности. Вид обычен для Средней Азии [1, 4, 7, 8]. — **Общ. распр.:** всесветное.

N. elinguis (Müller, 1773) — один из наиболее часто встречающихся видов в водоемах разного типа, в том числе на загрязненных участках. Широко распространен по всей Средней Азии [1, 4, 7]. В рисовых чеках сравнительно редок [4], но в речных биоценозах прибрежной зоны отмечался довольно часто, особенно в саях Карабау и Янгиабад. — **Общ. распр.:** всесветное.

Ophidona is serpentina (Müller, 1773) найдена в р. Ангрен ниже ГРЭС и в Карабау-сае в обрастаниях камней на перекатах. В водоемах Средней Азии вид не отмечался. Наблюдался нами в Кайраккумском водохранилище (Таджикистан). — **Общ. распр.:** Европа, Сибирь, Казахстан, Алтай, Средняя Азия, Северная и Южная Америка.

Uncina is uncinata (Oersted, 1842) обнаружен в р. Чирчик на всем ее протяжении, среди зарослей и на открытых грунтах. Вид известен из Амударьи [1]. **Общ. распр.:** голарктическое.

Chaetogaster langi (Bretscher, 1896) найден в верхнем и среднем течении р. Чирчик и ее притоках Карабау, Акташ, Янгиабад. Обитает в обрастаниях

каменной, в плотных подушках водорослей на перекатах и в тихих заводях. Обычен для водоемов Средней Азии [1, 4, 7]. — **Общ. распр.:** всесветное.

Pristina longiseta (Ehrenberg, 1828) отмечена в верхнем течении р. Ангрен, на перекате, в мелких камнях, обросших водорослями. Известна из оросительных каналов Ферганской долины. — **Общ. распр.:** Европа, Азия, Австралия.

P. jenkinsae (Stephenson, 1931) встречалась довольно часто в небольших саях Чарвакского хребта, р. Ангрен, в течении притока Карабау в обрастаниях камней. Вид известен из водоемов Узбекистана [4, 7]. — **Общ. распр.:** Азия, Африка, Северная Америка.

P. bilobata (Bretscher, 1903) найдена в саях Карабау и Акташ, в обрастаниях камней, в густых зарослях макрофитов, чаще всего в тихих заводях, при слабом течении. Однажды встречена в канале Салар у зоопарка на растениях. Известна из прудов и рек Узбекистана [1, 4]. **Общ. распр.:** Европа, Азия, Африка.

Limnodrilus hoffmeisteri (Claparede, 1862) широко распространен в водоемах Чирчик-Ангренского бассейна и в других водоемах Средней Азии. Встречен в водотоках и стоячих водах на разных грунтах. — **Общ. распр.:** всесветное.

L. udekemianus (Claparede, 1862) обнаружен в канале Салар, у зоопарка на черных илах. Этот и предыдущий вид являются эуконстантными к загрязненным (часто промышленными стоками) грунтам. Обычен для водоемов Средней Азии [1, 3, 4, 7]. — **Общ. распр.:** всесветное.

Isochaetides newaensis (Michaelsen, 1902) (?). Неполовозрелые черви, идентифицируемые с этим видом по форме щетинок, были встречены в Дукет-сае и оз. Бахт. Для Средней Азии вид ранее не указывался. — **Общ. распр.:** Восточная Европа, р. Енисей (?).

Potamothrix hammoniensis (Michaelsen, 1901) найден в сае Акташ в обрастаниях камней на глубине 10 см. Ранее [7] был обнаружен в родниках Ферганской долины. — **Общ. распр.:** Европа, Сибирь, Кавказ, Средняя Азия, Африка, Великие озера Сев. Америки.

Tubifex tubifex (Müller, 1774) отмечен в оз. Бахт, в саях Карабау, Янгиабад, канале Салар, в среднем и нижнем течении р. Чирчик на грунтах, часто загрязненных бытовыми и промышленными стоками. Обычен для водоемов Средней Азии. — **Общ. распр.:** всесветное.

Branchiura sowerbyi (Beddard, 1892) найдена в р. Чирчик у г. Ташкента в слабoproточных местах. Ранее вид в Средней Азии не встречался. — **Общ. распр.:** почти всесветное, но пятнистое. Известен из Китая [9] и Индии [11].

Bothrioneurum vej dovskianum (Stolz, 1888) встречен в р. Чирчик у г. Ташкента, в саях Карабау и Янгиабад на илах и песках. Ранее был найден на рисовых полях у г. Ташкента. — **Общ. распр.:** все-светное. — В СССР: Приморье, Прибалтика, Средняя Азия.

Enchytraeus albidus (Henle, 1837) обнаружен в массе в р. Калган-Чирчик, у пос. Чиназ: в прудах рыбного хозяйства и лужах. Обычный амфибиотический вид. — **Общ. распр.:** всесветное.

E. issykkulensis (Hrabe, 1935) встречен дважды в Карабау-сае, на песках, у берега. Впервые найден в оз. Иссык-Куль и р. Иссык [10], позже — в водоемах Узбекистана [1]. — **Общ. распр.:** Средняя Азия.

Lumbriculus variegatus (Müller, 1773) отмечен дважды: в сае Карабау в тихой, сильно заросшей заводи и р. Чирчик у г. Ташкента на сильно заиленном песке. В Средней Азии известен широко. — **Общ. распр.:** вероятно, всесветное.

Eophila oculata (Hoffmeister, 1845) очень часто наблюдалась в ручьях, верхнем течении р. Чирчик, у берега среди зарослей. Ранее для Средней Азии не указывалась. — **Общ. распр.:** Европа, Украина, Сев. Кавказ, Забайкалье.

Таким образом, видовой состав олигохет Чирчик-Ангренского бассейна, вероятно, не исчерпан представленным списком. Он может быть пополнен при дальнейших исследованиях, но скорее, наоборот, — станет беднее. Антропогенный пресс на водоемы усиливается, вблизи населенных пунктов под влиянием промышленных предприятий наблюдается перестройка биоценозов рек в сторону уменьшения доли фитофильных оксифильных комплексов. На таких участках доминируют виды, эукоптантные к загрязнениям: представители рода *Limnodrilus*, *Tubifex tubifex*, *Aulophorus furcatus*. Такие виды как *Bothrioneurum vej dovskianum*, *Lumbriculus variegatus*, *Nais barbata*, *Stylaria lacustris* и другие, относящиеся к реофильному и оксифильному комплексам, появляются в сообществах лишь на расстоянии не меньше 5 км от источника загрязнения.

1. Гриб А.В. Малощетинковые черви Средней Азии // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1950. Т. 9.
2. Материалы к физико-географической характеристике Чирчик-Ангренского бассейна. Ташкент, 1978.
3. Мухамедиев А.М. Материалы к гидробиологии рисовых полей Ферганской долины // Учен. зап. Ферган. пед. ин-та. Сер. биол. 1960. № 6.
4. Семерной В.П. Об индикаторном значении *Aulophorus furcatus* (Müller) (Oligochaeta, Naididae) // Проблемы экологии Прибайкалья: Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. Иркутск, 19-22 окт. 1982 г. Иркутск, 1982. Ч. 3: Мониторинг сообществ водных животных.
5. Семерной В.П., Белозуб Л.Г. Олигохеты рисовых полей Узбекистана // Гидробиол. журн. 1979. Т. 15, вып. 2.
6. Сибирцева Я.К. Фауна беспозвоночных реки Чирчик: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ташкент, 1964.
7. Чекановская О.В. О фауне малощетинковых червей водоемов Средней Азии (Ферганская долина и река Мургаб) // Зоол. журн. 1959. Т. 38, № 8.
8. Чекановская О.В. Материалы к фауне малощетинковых червей грунтовых вод Средней Азии // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1972. Т. 51.
9. Chen J. Taxonomy and faunal relations of the limnetic Oligochaeta of China // Contr. Biol. Lab. Sci. Soc., China, Nanking, Zool. 1940. Vol. 14.
10. (Hrabe S.A.) Грабье С.А. Олигохеты озера Иссык-Куль // Тр. Киргиз. комплекс. экспедиции. Фрунзе, 1935. Т. 3, вып. 2.
11. Stephenson J. The Oligochaeta. Oxford, 1930.

Ярославский университет

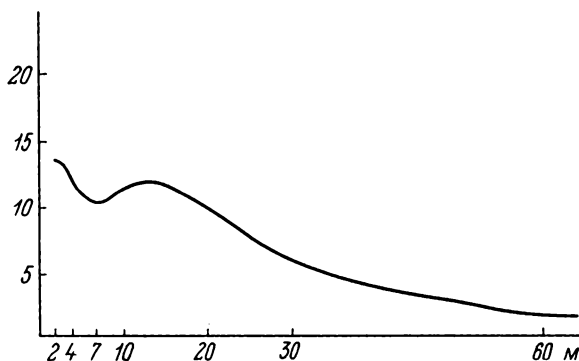
В.Г. Гагарин, С.А. Акопян

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЗОР СВОБОДНОЖИВУЩИХ НЕМАТОД
ОЗЕРА СЕВАН**

Озеро Севан — интересный и важный в народнохозяйственном отношении водоем. Однако в связи с возросшим использованием водных ресурсов с 1938 по 1986 г. уровень его снизился на 19 м, что повлекло за собой ухудшение состояния фауны и флоры. Произошел сдвиг озерной экосистемы от олиготрофии к мезотрофии, что хорошо проявляется в массовом развитии синезеленых водорослей, вызывающих „цветение“ воды, увеличении численности гетеротрофных бактерий и т. д. [3, 4]. Естественно, это отразилось на развитии донной фауны и в частности на нематодах, которые являются самой многочисленной группой мейобентоса.

До последнего времени единственной сводкой по фауне свободноживущих нематод оз. Севан была работа Г.М. Фридман, в которой приводился список из 13 видов круглых червей [5]. В 1986 г. сотрудники Севанской гидробиологической станции АН АрмССР детально исследовали мейофауну водоема. На 38 стандартных станциях было отобрано 219 проб мейобентоса. Основные данные по видовому составу и количественному развитию нематодофауны приведены в более ранней работе [2].

В озере обнаружено 23 вида из 7 отрядов нематод. Средняя численность червей — 200–300 тыс.



Видовое разнообразие нематод в грунтах на разных глубинах озера.

По оси ординат — количество видов.

Численность (Ч. тыс. экз./м²) и встречаемость (В, %) наиболее массовых видов нематод в Большом и Малом Севане

Вид	Большой Севан		Малый Севан	
	Ч	В	Ч	В
Отр. Enoplida				
<i>Tripyla glomerans</i> Bastian	56	45	2	29
<i>Tobrilus gracilis</i> (Bastian)	25	54	3	32
<i>Ironus tenuicaudatus</i> de Man	14	18	1	4
Отр. Monhysterida				
<i>Daptonema dubium</i> (Bütschli)	15	82	7	81
<i>Monhystera paludicola</i> de Man	132	73	35	95
<i>Eumonhystera filiformis</i> (Bastian)	1	9	0	26
<i>Hofmaenneria brachystoma</i> (Hofmaenner)	0	18	1	26
Отр. Chromadorida				
<i>Ethmolaimus pratensis</i> de Man	1	27	1	28
<i>Chromadorita leuckarti</i> (de Man)	6	36	1	14
<i>Punctodora ratzeburgensis</i> (Linstow)	-	-	0	26
<i>Chromadorina bioculata</i> (Schultze in Carus)	-	-	0	26
Отр. Araeolaimida				
<i>Aphanolaimus aquaticus</i> Daday	1	27	0	16
<i>Paraplectonema pedunculata</i> Hofmaenner	53	91	9	49
Всего	304		60	

экз./м². Наиболее плотные скопления отмечены в прибрежном мелководье, здесь же наблюдается и наибольшее видовое разнообразие червей (см. рисунок).

Доминирующее положение занимает *Monhystera paludicola*, особи которой в значительном количестве встречены практически во всех пробах. Широко распространен еще один вид отр. Monhysterida — *Daptonema dubium* (см. таблицу). По составу доминирующих видов озеро ближе к солоноватоводным водоемам, чем к пресноводным, где основное ядро составляют тобрилиды и дорилаймиды [7]. Этот эффект объясняется тем, что вода озера имеет высокое содержание (650–740 мг/л) растворенных минеральных солей.

По сравнению с 50-ми годами отмечена смена доминирующих форм нематод, что, вероятно, связано с процессом эвтрофикации водоема. Ранее доминирующим видом была *Punctodora ratzeburgensis*, и по частоте встречаемости и числу особей над другими группами круглых червей превалировали в основном хроматориды (*Punctodora ratzeburgensis*, *Chromadorina bioculata*, *Ch. leuckarti*) [5]. Пресноводные хроматориды — оксифильные виды и в какой-то мере являются биоиндикаторами сложных и необратимых процессов в экосистемах, протекающих под антропогенным влиянием [1, 6]. В связи с этим очень показательно отсутствие *P. ratzeburgensis* и *Ch. bioculata* в мелководном Большом Севане, что косвенно указывает на более далеко зашедший процесс его эвтрофикации по сравнению с глубоководным Малым Севаном. Данный вывод подтверждается также тем, что типично пресноводные формы из отр. Enoplida более широко распространены в Большом Севане, чем в Малом.

Литература

1. Гагарин В.Г. Свободноживущие нематоды европейской части СССР. Л., 1981.
2. Гагарин В.Г., Акопян С.А. К фауне нематод оз. Севан // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1991. № 90.
3. Мнацаканян А.Т. Изменения видового состава и биомассы фитопланктона озера Севан // Лимнология горных водоемов. Ереван, 1984.
4. Оганесян Р.О. Гидроэкологические исследования озера Севан и малых горных водоемов Армении // Лимнология горных водоемов. Ереван, 1984.
5. Фридман Г.М. Донная фауна озера Севан // Тр. Севан. гидробиол. станции АН АрмССР. Ереван, 1950. Т.2.
6. Цалолихин С.Я. Свободноживущие нематоды как индикаторы загрязнения пресных вод. // Методы биологического анализа пресных вод. Л., 1976.
7. Чесунов А.В. О географическом распространении водных свободноживущих нематод // Эволюция, систематика, морфология и экология свободноживущих нематод. Л., 1981.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН
Севанская гидробиологическая станция АН Армении

И.К. Ривьер, Н.А. Жгарев, А.В. Крылов

ВСПЫШКА РАЗВИТИЯ КОЛОВРАТОК В ПЕРВУЮ ПОЛОВИНУ ЗИМЫ В ОЗЕРЕ НЕРО

Развитие зимнего зоопланктона в значительной степени определяется количеством кислорода, растворенного в воде. В глубоких мезотрофных водоемах, где дефицит последнего наблюдается только в придонном горизонте, вблизи оксиклина формируются слои с повышенной численностью гетеротрофных бактерий, водорослей, способных к гетеротрофному росту, и зоопланктона. Бактериальное потребление кислорода начинается у дна, и оксиклин совместно со всем биоценозом перемещается в течение последнего периода в вышележащие слои воды [4].

В мелких эвтрофных водоемах, где запас кислорода меньше и интенсивнее идут процессы его потребления, раньше наступает его дефицит и происходят заморные явления. При этом по мере уменьшения количества кислорода наблюдается постепенное отмирание зоопланктона и исчезновение его к концу подледного периода. Так, в Весецком плесе оз. Селигер (глубина 2 м) в марте 1982 г. содержание кислорода было низким, особенно у дна (1.9 мг/л); зоопланктон состоял из 2 видов: *Polyarthra dolichoptera* и *Cyclops kolensis*, скопление которых было сосредоточено у нижней кромки льда [5]. Аналогичная картина наблюдалась в оз. Кубенском в марте 1983 г., где содержание кислорода упало у дна до 2 мг/л, поэтому зоопланктон был беден [3]. В небольших озерах Дарвинского заповедника в марте 1988 г. при низком содержании кислорода (0.3–0.8 мг/л) зоопланктон отсутствовал, хотя в близлежащих водоемах при его наличии численность организмов достигала 200 тыс. экз./м³ [1]. Отмирание зоопланктона при заморах наблюдалось в эвтрофных озерах Татарии [6].

Зимний зоопланктон оз. Неро изучали в конце сезона — в феврале–апреле 1980–1982, 1987–1989 гг. В этот период в озере уже в полной мере развивается дефицит кислорода, присутствует сероводород и зоопланктон представлен малочисленными коловратками: *Polyarthra dolichoptera*, *Keratella quadrata*, *K. hiemalis* и скоплениями *Cyclops kolensis* у нижней кромки льда. Неро — мелководный (средняя глубина 1.2 м) высокоэвтрофный водоем, илы которого содержат большое количество органических веществ, а на-

Таблица 1

Параметры среды и зоопланктон озера

Район исследований	Глубина, м	Толщина льда, см	Температура, °С		Кислород, мг/л	
			поверх-	дно	поверх-	дно
Разрез г. Ростов-д. Угодичи	1.4	40	0.1	3.3	1.44	0.79
	1.4	40	0.2	3.0	-	-
	3.0	50	0.2	3.3	1.53	0.56
	3.7	54	0.2	3.6	1.4	0.83
Городской пляж	1.4	-	-	-	0.77	0.97
Р. Векса	1	0	1.3	1.3	2.23	-
Р. Сара ст. 1	2	45	0	0	3.12	-
ст. 2	2.5	45	0	0	-	-

Продолжение таблицы

Район исследований	Прозрачность, см	Бактерии, млн кл./мл	Простейшие, млн кл./м ³	Ротатория		Сореподы	Общая численность зоопланктона, тыс. экз./м ³
				жгути-ковые	инфузории		
Разрез г. Ростов-д. Угодичи	До дна	1.0	1.5-2	3-4	96.3	0	96.3
	200	-	1.5-2	3-4	85.9	0	86.3
	-	1.1	0.03	0	22.8	0.6	24.5
	-	1.65	-	-	160.6	0.2	161.0
Городской пляж	До дна	1.67	0	4.2	34	9.5	43.6
	-	0.62	0	0	1.3	0.1	1.4
	-	-	-	-	0.5	0	0.5

илок состоит из полуразложившихся водорослей. Для таких илов характерны активные микробиологические процессы с поглощением кислорода. Поэтому можно было предположить, что зоопланктон в этом озере интенсивно функционирует в первую половину зимы, пока в воде присутствует кислород, как это характерно для небольших эвтрофных озер [6, 7].

В январе 1990 г. на оз. Неро были проведены комплексные исследования, включившие в себя качественные и количественные сборы зоопланктона и изучение основных параметров среды. Материал собирали 18–21 января на 7 станциях (разрез г. Ростов — д. Угодичи, вблизи городского пляжа, на впадающей в озеро р. Саре и вытекающей р. Вексе). Пробы брали 5-литровым батометром, определяли живых беспанцирных коловраток.

Все исследования производили по общепринятым методикам. Полученные данные представлены в табл. 1, список видов зоопланктона — в табл. 2.

Среда озера в зимний и летний периоды по многим параметрам значительно различается. Прозрачность воды в январе увеличилась почти в 5 раз по сравнению с летней (40–50 см) [8] и была около 200 см. Ее прогрев у дна составил 3.6 °С и достиг нижней кромки льда, на глубине 1 м температура была выше 1 °С. Холодный изотермический слой в озере вообще не выражен. Интенсивный подледный прогрев объясняется высокой теплоемкостью рыхлых илов и невысоким слоем воды над дном. Количество кислорода в толще воды озера в январе было уже невелико: 1.5 мг/л у поверхности и 0.8 у дна; в воде р. Вексы — 2.2 мг/л (в результате оттепели река частично освободилась ото льда), р. Сары в районе пос. Поречье-Рыбное — 3.1 мг/л.

Бактериопланктон в зимнее время по наблюдениям в марте 1980 г. составил в среднем для толщи воды 2 млн кл./мл; в январе 1990 г. у поверхности — около 1, у дна — 1.6–1.7 млн кл./мл. В летнее время он обильнее — 6–9 млн кл./мл [2]. Высокая численность бактерий в период открытой воды связана с постоянным взмучиванием донных частиц. Снижение численности бактерий зимой соизмеримо с увеличением (в 5 раз) прозрачности воды после становления льда. Такая большая разница в прозрачности летом и зимой характерна для оз. Неро и не наблюдается в глубоких водоемах, например в оз. Плещеево и Рыбинском водохранилище, где она по сравнению с летним периодом зимой увеличивается лишь в 2–3 раза. В оз. Неро количество бактерий зимой относительно велико — 2 млн кл./мл (в Рыбинском водо-

Таблица 2

Средняя численность зоопланктона (тыс. экз./м³)
по всем станциям

Организмы	Оз. Неро	Р. Векса	Р. Сара
<i>Keratella quadrata</i> + <i>K. hiemalis</i>	42.6	15.6	0.5
<i>Brachionus angularis</i> <i>bidens</i>	10.3	7.3	0.25
<i>Polyarthra dolichop-</i> <i>tera</i>	7.1	4.0	0.15
<i>Keratella cochlearis</i>	1.1	1.3	0
<i>Asplanchna priodonta</i>	0.6	0.1	0
<i>Synchaeta pectinata</i>	0.5	5.3	0
<i>Filinia maior</i> + <i>F. lon-</i> <i>giseta</i>	0.3	0.1	0
<i>Cyclops kolensis</i>	0.36	0.08	0
<i>Bosmina longirostris</i>	0.2	0.2	0
<i>Chydorus sphaericus</i>	0.05	9.3	0.1

хранилище это среднесезонная величина). В январе в озере было обнаружено значительное количество простейших: колониальных жгутиконосцев *Bicosoeca socialis*, инфузорий (главным образом *Strombidium*); в р. Вексе — *Vorticella* и *Tintinidium* (табл. 1). Это связано с достаточно развитым бактериопланктоном.

После становления льда в озере происходят глубокие изменения среды: с одной стороны, отсутствие взмучивания, высокая прозрачность, значительный прогрев, с другой — развивающийся уже в январе дефицит кислорода создают здесь условия для сосуществования представителей различных экологических групп зоопланктона: летней, оставшейся от периода открытой воды (*Chydorus sphaericus*, *Conochilus unicornis*, *Brachionus angularis*, *Polyarthra vulgaris*), зимних генераций круглогодичных (*Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Filinia longiseta*, *Synchaeta pectinata*, *Asplanchna priodonta*, *Bosmina longirostris*) и зимних видов (*Keratella hiemalis*, *Polyarthra dolichoptera*, *Filinia maior*, *Cyclops kolensis*).

На всех станциях были обнаружены (индекс встречаемости 100 %) *Keratella hiemalis* и *Polyarthra dolichoptera*. *Cyclops kolensis* вблизи берега не встречался, небольшое количество циклопов наблюдалось в понижении дна озера (глубина 3–3.7 м). Река Векса характеризовалась присутствием большого ко

личества *Chydorus sphaericus*, что связано с наличием колоний синезеленых водорослей в толще воды в результате теплой погоды и частичного разрушения на реке ледяного покрова (табл. 2). В р. Саре зоопланктон был беден: обнаружены лишь единичные особи *Keratella quadrata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Brachionus angularis* и *Chydorus sphaericus*.

Среди коловраток наиболее многочисленными и интенсивно размножающимися были *Keratella quadrata* и *Brachionus angularis*. Все особи яйценосны, среднее количество яиц у первого вида около 1, у второго — около 2, встречались особи и с 3 яйцами. Активное размножение *B. angularis* подо льдом наблюдалось нами впервые. Низкая биомасса зоопланктона (0.06–0.12 г/м³) объясняется преобладанием в планктоне коловраток и невысокой численностью ракообразных.

Улучшение качества воды в зимний период (увеличение прозрачности, снижение численности бактерий) подтверждается и индексами сапробности, которые колебались от 1.4 до 1.7, что характеризует β -мезосапробную зону. Летом этот показатель достигал 2.2 (α - β -мезосапробная зона).

Таким образом, в январе 1990 г. в оз. Неро было зарегистрировано активное размножение коловраток (до 160 экз./л), в том числе *Brachionus angularis*, что определялось благоприятными условиями среды: температурой до 3.6 °С, бактериопланктоном, достигающим 1.7 млн кл./мл, и наличием кислорода. Во вторую половину зимы и к весне в связи с заморными явлениями коловратки постепенно отмирали.

Литература

1. Лазарева В.И., Павлова К.П., Комов В.Т., Виноградов В.А., Шобанов Н.А. Гидрохимические и гидробиологические характеристики кислых озер Дарвинского заповедника в зимний период // Гидробиологические исследования в заповедниках СССР. М., 1989.
2. Лаптева Н.А., Монакова С.В. Микробиологическая характеристика озер Ярославской области // Микробиология. 1976. Т. 15, вып. 4.
3. Ривьер И.К. Состав и экология зимних зоопланктонных сообществ. Л., 1986.
4. Ривьер И.К., Бакастов С.С., Саралов А.И. Вертикальное распределение зоопланктона в р. Мологе зимой // Гидробиол. журн. 1981, Т. 17, вып. 3.

5. Ривьер И.К., Жгарев Н.А. Экология зимних зоопланктонных сообществ водоемов Верхней Волги // Водные сообщества и биология гидробионтов. Л., 1985.
6. Салахутдинов А.Н. Основные факторы, регулирующие развитие зимнего зоопланктона в озерах // Тр. XVII науч. конф. молодых ученых МГУ. М., 1986.
7. Салахутдинов А.Н. Пространственное распределение зоопланктона малых озер в зимний период // Матер. V науч. конф. молодых ученых Казан. ин-та биологии. Казань, 1986.
8. Фортунатов М.А., Московский Б.Д. Озера Ярославской области // Озера Ярославской области и перспективы их хозяйственного использования. Ярославль, 1970.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН

УДК 595.324.5-116

Л.Г. Буторина

К РАЗМЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЛАТЕНТНЫХ ЯИЦ *POLYPHEMUS PEDICULUS* (L.) CLADOCERA

Латентные яйца *Polyphemus pediculus* имеют 2 видимые оболочки: наружную прозрачную слизистую и под ней — темно-коричневую твердую. У яиц, находящихся в выводковой камере самки, слизистая оболочка тонкая, плотно прижата к твердой. При попадании яиц в воду она моментально разбухает. По плотности оболочка в это время близка к воде, поэтому почти незаметна. Примерно через 15-30 мин она уплотняется, затвердевает, приобретает постоянную, четко фиксированную толщину. При длительном пребывании в воде оболочка инкрустируется водорослями и частицами ила.

Для определения размеров латентных яиц *P. pediculus* и их зависимости от температуры среды, длины тела и числа яиц в выводковой камере самки проводили замер температуры воды и отбор гамогенетических самок со зрелыми латентными яйцами из планктона прибрежья Рыбинского водохранилища, окрестных прудов, рек и временных водоемов через кажды

Таблица 1

Длина, плодовитость самок и размер латентных яиц
Polyphemus pediculus

	Мин.	Макс.	\bar{M}	σ	C_v
t	2.8	23.1	14.76	6.71	0.455
l	0.540	0.918	0.702	0.091	0.129
N	1.0	9.0	2.791	1.466	0.525
D_1	0.324	0.576	0.462	0.034	0.074
D_2	0.342	0.594	0.445	0.038	0.086
D_3	0.180	0.360	0.286	0.022	0.077
D_4	0.180	0.432	0.272	0.025	0.093
$D_1 - D_2$	0	0.115	0.029	0.013	0.430
$D_3 - D_4$	-0.162	0.092	0.026	0.014	0.540
$D_1 - D_3$	0.072	0.288	0.176	0.032	0.182
$D_2 - D_4$	0	0.270	0.173	0.033	0.190

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2 $D_1 - D_2$, $D_3 - D_4$ — разность длин осей оболочек яйца, мм; мин. — минимальное значение, макс. — максимальное, \bar{M} — среднее, σ — квадратическое отклонение, C_v — коэффициент вариации среднего.

1-3 сут в течение всего вегетационного сезона 1986 г. У отобранных особей измеряли длину тела по прямой от верхушки головы до конца брюшка без хвостового стебля и подсчитывали количество яиц, находящихся в выводковой камере. Каждую самку отсаживали в отдельный бьюкс. На следующий день у отложенных яиц производили замер продольной и поперечной осей от края слизистой оболочки — D_1 и D_2 и твердой — D_3 и D_4 соответственно. У самок, отрождающих яйца под биноклем при определении длины тела, измерение их осей производили немедленно. По разнице $D_1 - D_3$ и $D_2 - D_4$ устанавливали форму и толщину слизистой оболочки яиц. Всего за сезон получено 324 данных температуры среды (t , °C), сделан замер длины тела (l , мм) и подсчитано число яиц (N , шт.) в камере у 554 самок, произведено обследование 1417 яиц (табл. 1).

Таблица 2

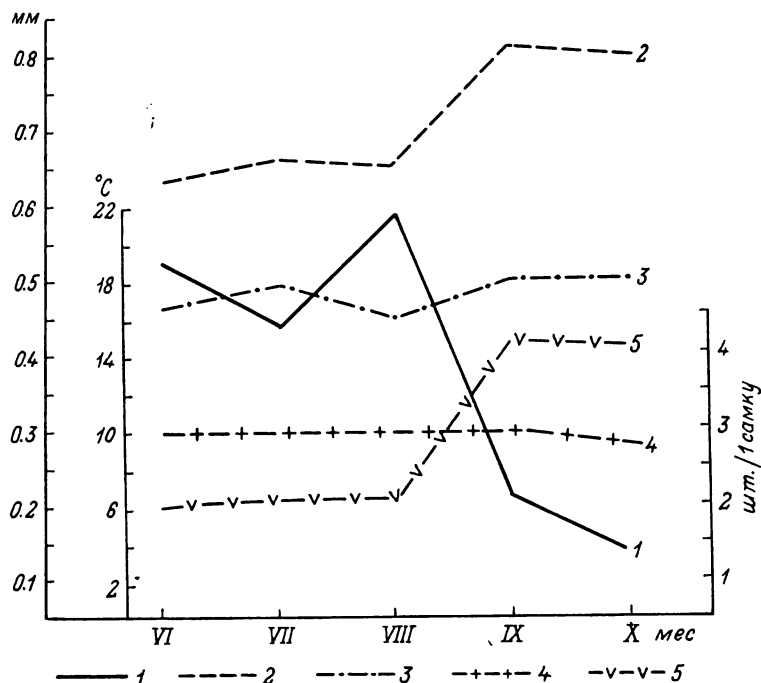
Зависимость размера оболочек латентных яиц *Polyphemus pediculus* от температуры среды, длины тела и плодовитости гамогенетических самок

	Коэффициент корреляции						
	t	l	N	D_2	D_3	D_4	$D_n - D_{nx}$
D_1	-0.477	0.353	0.054	0.940	0.420	0.357	
D_2	0.397	-	-	-	0.383	0.370	
D_3	0.145	-0.222	-0.354	-	-	0.661	
D_4	0.123	-	-	-	0.661	-	
$D_1 - D_2$	0.292	-0.251	-0.238	-	-	-	} 0.515
$D_3 - D_4$	0.116	-0.076	-0.128	-	-	-	
$D_1 - D_3$	-0.308	-	-	-	-	-	} 0.836
$D_2 - D_4$	-0.354	-	-	-	-	-	
l	-0.767	-	0.817	-	-	-	
N	-0.575	0.817	-	-	-	-	

Размер латентных яиц в течение вегетационного сезона колебался незначительно (табл. 1) и совпадал с таковым у самок из озер Гренландии и Англии [1]. Форма слизистой оболочки яиц варьирует от круглой до овальной или вытянутой по продольной оси. Различия длин ее осей не превышают 36 % от средней. Их величины тесно взаимосвязаны (табл. 2): изменение длины одной оси влечет за собой пропорциональное изменение другой.

Твердая оболочка яйца определяет его размер и форму. Оно никогда не бывает круглым (табл. 1), в большинстве случаев эллипсоидное, по поперечной оси вытянуто сильнее, чем по продольной. Различия длин осей твердой оболочки составляют 21-90 %. Их величины менее тесно взаимосвязаны, чем у слизистой оболочки (табл. 2): изменение длины одной оси не всегда вызывает изменение другой, т. е. они меняются не пропорционально.

Коэффициент множественной корреляции $R_{0.05} = 0.0948$ свидетельствует о слабой взаимосвязи параметров оболочек яйца. Толщина слизистой оболочки и длины осей твердой варьируют на протяжении вегетационного сезона, но в разной степени зависят от



Сезонная изменчивость размеров тела, яиц и плодовитости гамогенетических самок.

1 — температура, °C; 2 — длина тела самки, мм; 3 — длина продольной оси яйца, мм; 4 — длина продольной оси твердой оболочки, мм; 5 — количество яиц в выводковой камере, шт./1 самку.

температуры среды, длины и плодовитости самок (см. рисунок).

Слизистая оболочка яйца выполняет защитную функцию, поэтому ее толщина связана с температурой среды в большей степени, чем с размером самки и тем более с количеством яиц, находящихся в ее выводковой камере (табл. 2). Яйца, отложенные в холодный период, одеты в более толстую слизистую оболочку, чем появившиеся в теплое время (см. рисунок). У крупных самок слизистая оболочка яиц толще, у мелких — тоньше (табл. 2). Следовательно, яйца, откладываемые крупными самками и осенью, имеют больше шансов сохранить жизнестойкость при длительном анабиозе в условиях пересыхающего и промерзающего мелководья пресных вод.

Длина осей твердой оболочки, или размер яйца, в большей степени зависит от количества яиц, находящихся одновременно в выводковой камере, и длины тела самки, чем от температуры среды (табл. 2). Воздействие последней на размер яйца опосредованное. Чем ниже ее величина, тем дольше живет, позднее созревает и имеет большую длину тела гамогенетическая самка. В этих условиях количество яиц в ее выводковой камере увеличивается, а их размер уменьшается.

Описываемые изменения размеров латентных яиц *P. pediculus* на протяжении вегетационного сезона (см. рисунок), их зависимость от температуры среды, длины тела и плодовитости самок незначительны (табл. 1, 2). Они позволяют сделать вывод о генетической обусловленности величины яиц. Их размер скорее всего определяется запасом питательных веществ — желтка, необходимого для развития и выхода рачков, дающих весной начало локальным популяциям *P. pediculus*.

Литература

1. Green J. Seasonal variation in egg production by Cladocera // J. Anim. Ecol. 1963. Vol. 35. N 1.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН

УДК 595.771(-57)

Г.А. Соколова, М.П. Ковалькова

ХИРОНОМИДЫ ВОДОЕМОВ УРАЛА

В фауне уральских водоемов личинки хирономид являются массовыми формами бентоса, составляя до 85–90 % по количеству, а иногда и по массе. Они отмечены нами в водоемах, всех типов — от маленьких луж до рек, крупных озер и водохранилищ. Всего было зарегистрировано 175 видов и личиночных форм, относящихся к 5 подсемействам: *Chironomidae* — 90 видов, *Orthocladiinae* — 53, *Diamesinae* — 11, *Prodiamesinae* — 3, *Tanypodinae* — 18. В озерах

встречено 85 видов хирономид: в верховьях р. Чусовой — 62, р. Исети — 51, в горных реках — 53, Верх-Исетском водохранилище — 28, в ключах и ручьях — 37. Недостаточно изучены хирономиды луж и болот. В них найдено 4 и 13 видов соответственно. Собранные нами имаго определены А.И. Шиловой, выявлено 28 видов, в том числе новые для фауны СССР: *Endochironomus intextus*, *Parachironomus tenuicaudatus*, *Paratanytarsus diformis*, *Tanytarsus niger* [1].

Для всех форм, найденных в водоемах Урала, имеются сведения по биологии, экологии и распространению. Данные о 23 массовых видах приведены в таблице. Виды, живущие в мелководных водоемах (средняя глубина 3–4 м), имеют 2 генерации в год: зимующие в IV личиночной стадии вылетают во второй половине мая и июле; в I и II — в конце июня-начале июля и в августе. Хирономиды, живущие на глубине более чем 9 м, а также, видимо, в ключах, где температура воды в июле не превышает 5 °С, моноцикличны. Перезимовавшие личинки IV возраста имеют большую среднюю массу, чем личинки тех же видов летней генерации. Одновременное обследование разнотипных озер позволяет оценить влияние уровня минерализации, величины pH, степени зарастания, термического режима, состава ихтиофауны на видовое разнообразие, возрастную структуру ведущей популяции хирономид и темпы их продуцирования.

С повышением минерализации озер количество видов резко уменьшается. Если в маломинерализованных эвтрофных и мезотрофных озерах встречается несколько десятков видов, то в соленых водоемах Шугоняк и Рига (минерализация до 50 г/л) — всего 2 (*Procladius*). В центре солоноватых озер с минерализацией до 5 г/л обычны *Chironomus thummi* и *Procladius choreus*. В дистрофных водоемах при pH менее 6 в массе развиваются *Einfeldia carbonaria* и *Procladius ferrugineus*.

Многие уральские водоемы подвержены сильнейшему антропогенному воздействию. В водоемах-охладителях ГРЭС подогрев сокращает жизненные циклы и расширяет сроки размножения хирономид. В 1982 и 1989 гг. в Исетском водохранилище-охладителе вылет имаго мотыля зимующей генерации в зоне, подверженной влиянию теплых сбросных вод, проходил в конце апреля, в зоне без подогрева — в конце мая. Продолжительность развития летней генерации мотыля в водоемах-охладителях на участках с подогревом составляет около 60 сут, без подогрева — 80 сут. Загрязнение водоемов бытовыми и промышленными сто-

Характеристика хирономид и мест их обитания

Хирономиды	Длина тела личин- ки, мм	Масса личинки, мг	Сроки вылета имаго, мес.	Глубина, м
<i>Tanvtarsus holochlorus</i> Edw.	6-7	0.6-0.9	VI, VIII	1.5-12
<i>Microsectra praecox</i> Mg.	5.0	0.5-0.7	-	0.6-0.9
<i>Cladotantarsus mancus</i> Walk.	5.0	0.5-0.7	V, VII-VIII	До 2
<i>Corvoscera ambigua</i> Zett.	6-7	1.3-1.6	V, VII-VIII	-
<i>Chironomus plumosus</i> L.	18-32	32-119	V, VII-VIII	Различна
<i>Ch. thummi</i> Kieff.	18-24	27-32	V, VII-VIII	Различна
<i>Einfeldia carbonaria</i> Mg.	12.0	3.2-3.8	VI, VIII	2-7
<i>Cryptochironomus defectus</i> Kieff.	11-14	7-9	VI, VIII	До 1
<i>Cryptocladopelma viridula</i> F.	5-6	0.5-0.9	VI, VIII	-
<i>Cryptocladopelma</i> , близкая к <i>armeniacus</i> Tech.	5-6	0.6-0.8	V-VIII	До 1
<i>Pseudochironomus prasinatus</i> Staeg.	8.0	1.5-2.2	VI	До 3-5
<i>Limnochironomus nervosus</i> Staeg.	-	2.5	V, VII-VIII	-
<i>Endochironomus albipennis</i> Mg.	10-11	3.3-5.2	V, VII-VIII	До 1
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> Kieff.	16-17	16-18	V, VII-VIII	1-1.5
<i>Polypedilum nubeculosum</i> Mg.	11-12	3.2-5.0	V, VII	2-5
<i>P. convictum</i> Walk.	9-10	4-5	V, VII	0.6-1.0
<i>Microtendipes pedellus</i> De Geer.	12-13	6-7	V, VII	До 5
<i>Procladius choreus</i> Mg.	8-9	3-4	V, VII	До 10
<i>P. ferrugineus</i> Kieff.	8-9	3.8-5.0	V, VIII	-
<i>Tanypus punctipennis</i> Mg.	10-11	3.5-4.5	VI, VIII	До 1
<i>Ablabesmyia monilis</i> L.	-	1.8-2.3	V, VIII	1-3.5
<i>Cricotopus algarum</i> Kieff.	4-5	1.0	V, VII-VIII	-
<i>C. silvestris</i> F.	4-5	1.0	V, VII-VIII	-

Продолжение таблицы

Хирономиды	Грунт	P, г/м ²	P/V за сезон	P/V средний	Развитие одной генерации, градусо-дни
<i>Tanvtarsus holochlorus</i> Edw.	Ил	0.19-1.57	1.9-8.4	0.35-0.061	700
<i>Micropectra praecox</i> Mg.	Заиленный песок, макрофиты	-	-	-	-
<i>Cladotantarsus mancus</i> Walk.	Песок	-	-	-	450
<i>Corvnocera ambigua</i> Zett.	Ил	-	-	-	-
<i>Chironomus plumosus</i> L.	Ил, заиленный песок	16-216	3.4-7.3	0.022-0.052	850-1000
<i>Ch. thummi</i> Kieff.	Различный	6.6-55.1	5.5-7.7	0.039-0.055	800
<i>Einfeldia carbonaria</i> Mg.	Ил, грубодемитный	0.77-28.6	6.3-7.7	0.057-0.070	630
<i>Cryptochironomus defecatus</i> Kieff.	Песок слабо-заиленный	0.65-17.1	6.8-8.4	0.048-0.061	600
<i>Cryptocladopelma viridula</i> F.	Ил	0.18-2.3	8-11.2	0.059-0.080	450
<i>Cryptocladopelma</i> близкая к <i>armeniacus</i> Tsch.	*	0.23-2.6	8.6-10.5	0.062-0.075	450

Продолжение таблицы

Хирономиды	Грунт	P, г/м ²	P/V за сезон	P/V средний суточный	Развитие одной генерации, градусо-дни
<i>Pseudochironomus praesinatus</i> Staeg.	Песок слабозаиленный	0.38-4.25	2.8-3.7	0.21-0.03	900
<i>Limnochironomus nervosus</i> Staeg.	Макрофиты	-	-	-	-
<i>Endochironomus albipennis</i> Mg.	»	0.91-13.8	6.1-8.3	0.014-0.060	550
<i>Glyptotendipes gripenkovi</i> Kieff.	Песок с растительным детритом	2.3-13.8	5.1-6.7	0.037-0.048	700
<i>Polypedilum nubeculosum</i> Mg.	Песок заиленный	0.81-12.8	4.9-8.2	0.035-0.06	600
<i>P. convictum</i> Walk.	»	-	-	-	-
<i>Microtendipes pedellus</i> De Geer.	Песок	-	-	-	-
<i>Procladius choreus</i> Mg.	-	0.51-8.6	6.3-11.5	0.045-0.087	700
<i>P. ferrugineus</i> Kieff.	-	0.5-13.9	4.7-9.3	0.033-0.068	750
<i>Tanytus punctipennis</i> Mg.	Макрофиты	0.5-18.6	5.1-8.4	0.036-0.061	600
<i>Ablabesmyia monilis</i> L.	-	0.38-1.23	8.1-8.5	0.058-0.061	550
<i>Cricotopus algarum</i> Kieff.	Макрофиты	-	-	-	-
<i>C. silvestris</i> F.	»	-	-	-	-

ками, разработки песка и гравия обедняют фауну или уничтожают ее вовсе. В р. Исети от г. Свердловска до г. Арамиля (15–18 км) личинки хирономид не встречаются. Они появляются по течению ниже г. Арамиля, в 10–12 км от него. Засыпка песком пляжей и прибрежных зон нарушает естественные биоценозы и угнетает развитие хирономид. В оз. Балтым мотыль исчез, так как предпочитаемые им илистые грунты были засыпаны песком. В оз. Таватуй резко сократился видовой и количественный состав оксифильных форм *Orthocladionae*. Отлов мотыля на продажу (особенно кооперативами) в оз. Шарташ значительно снижает его численность и подрывает кормовую базу рыб.

Виды, зарегистрированные на территории Урала, в большинстве случаев являются широко распространенными в водоемах различных географических зон. Специфичная фауна ключей, ручьев, мелких горных речек требует особого изучения.

Литература

1. Шилова А.И., Соколова Г.А. К фауне хирономид (*Diptera, Chironomidae*) стоячих водоемов Свердловской области // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1977. № 35.

Свердловский СХИ, УралГОСНИОРХ

УДК 594.72(28)

И.А. Скальская

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ ВЗВЕСЕЙ НА АКТИВНОСТЬ ФИЛЬТРАЦИИ МШАНКИ *PLUMATELLA FUNGOSA* PALL. (*PHYLACTOLAEMATA*)

В последние годы наблюдается увеличение количества мшанок в перифитоне водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций [1–3]. Изучение экологии этих животных представляет интерес в связи с оценкой их роли в процессе осветления воды.

В задачу данных исследований входило изучение активности потребления пищи мшанкой *Plumatella fungosa* при различной температуре и концентрации

взвесей и определение диапазона температур, при которых идет фильтрация.

Мшанок собирали летом 1989 г. в период массовой вспышки их численности в р. Шумаровке, впадающей в Рыбинское водохранилище. Колонии этих животных доставляли в лабораторию в больших сосудах с речной водой. Опыты проводили в июне-августе. В литровые сосуды помещали колонии диаметром 1-1.5 см. Длительность непрерывных наблюдений за фильтрацией мшанок составляла 4-4.5 ч. Речная вода в сосудах, где они содержались, менялась ежедневно при постоянной ее продувке микрокомпрессором. Нагрев осуществляли настольной лампой, направленной в угол кюветы, противоположный месту расположения колонии. Для охлаждения помещали кусочки льда, полученные замораживанием речной воды. Концентрацию взвесей определяли путем фильтрации 100 мл воды через фильтр ТУ 6-09-1678-72 диаметром 9 см и последующего пересчета результата на 1 л. Перед началом каждой серии наблюдений определяли естественные интервалы времени между дефекациями. Одновременно вели наблюдения за 8-9 зооидами под биноклем.

С помощью ресничного аппарата щупалец, расположенных на лофофоре, пища поступает через рот в глотку, где она собирается в небольшие комочки, а затем сокращением мускулатуры пищевода проталкивается в желудок. Переваренная пища оттуда порционно поступает в заднюю кишку. Время, необходимое для последовательного выполнения актов потребления пищи и выбрасывания фекалий, тесно связано с температурой и концентрацией взвеси. Наши наблюдения показали, что в естественной речной воде при практически непрерывном процессе фильтрации эти акты у мшанок имеют следующую продолжительность: глотание — каждые 40-60 с, период пребывания пищевого комка в желудке — от 30 мин до 1.5-2 ч. После выбрасывания фекального комочка задняя кишка остается свободной от 30 с до 5-6 мин и затем в нее поступает новая порция частично переваренной пищи. Поэтому у живых и фиксированных мшанок задняя кишка всегда заполнена: здесь продолжается переваривание пищи.

Первый вариант опыта: определение интервалов между дефекациями в отфильтрованной воде. До его начала при естественной температуре 24.5 °С и концентрации взвесей 621 мг/л промежутки между образованиями фекальных комочков составляли 30-59 мин. Затем колонию поместили в отфильтрованную воду. Выбрасывание фекалий наблюдалось только у 2 из 9 зооидов с интервалами 1 ч и 1

ч 25 мин. Через 18 мин от начала опыта отмечалось прекращение фильтрации и впаивание полипидов в цистид продолжительностью от 3 до 10 мин. В течение последующих 2 ч дефекаций не происходило. Периоды покоя у зооидов увеличивались, но полного прекращения фильтрации не наблюдалось. После периода голодания при концентрации взвесей 1480 мг/л процесс фильтрации быстро возобновлялся. В последующий период интервалы между дефекациями сократились и составили 25–44 мин.

Второй вариант опыта: определение скорости образования фекальных комочков при постепенном нагревании воды. Мшанок, содержащихся в естественных условиях при 17.0 °С, концентрации взвесей 640 мг/л и имевших естественные интервалы между дефекациями 1 ч 29 мин–1 ч 44 мин, поместили в кювету, где постепенно нагревали воду. С повышением температуры воды скорость фильтрации и прохождения пищи через пищеварительную систему быстро возрастала:

Время	Температура, °С	Интервалы между дефекациями, мин
13 ч 40 мин	19.5	48–65
14 ч 50 мин	26.0	
15 ч 20 мин	27.5	37–50
15 ч 50 мин	29.5	
16 ч 10 мин	30.0	29–53
16 ч 40 мин	31.0	
17 ч 00 мин	32.0	17–21
17 ч 20 мин	33.5	
17 ч 30 мин	35.0	9–20
17 ч 40 мин	36.0	

При 26°С начиналось периодическое впаивание полипидов, интервалы покоя составляли 1–13 мин, но при дальнейшем ее повышении они сокращались до 2–4 мин. В пределах 19.5–31.0°С интервалы между дефекациями были сходны с теми, что наблюдали в природе, — 29–65 мин. При повышении температуры воды более 31°С фекалии образовывались слишком часто: по видимому, полноценного переваривания пищи не происходило. При последующем увеличении температуры

до 35–36 °С задняя кишка после дефекации уже не заполнялась новой порцией переваренной пищи, т. е. выбрасывание опережало ее накопление в желудке. Однако работа ресничного аппарата щупалец не прекращалась. Вероятно, при такой температуре приостанавливалось потребление пищевых частиц и вся деятельность аппарата щупалец оказывалась направленной на выполнение одной функции — дыхания. Судя по времени между дефекациями, температуру 30–31 °С можно принять за предел, после которого процесс, сочетающий дыхание и питание, нарушается.

Третий вариант опыта: определение интервалов между дефекациями при постепенном охлаждении воды. До опыта температура воды, в которой содержались мшанки, составляла 19.0 °С, концентрация взвеси — 1.056 мг/л, интервалы между дефекациями — 55–97 мин. С понижением температуры воды интервалы между дефекациями увеличивались до полного их прекращения:

Время	Температура, °С	Интервалы между дефекациями, мин
10 ч 50 мин	19.0	55–97
12 ч 30 мин	19.5	
13 ч 00 мин	17.0	112–160
13 ч 30 мин	15.0	
14 ч 00 мин	13.5	
14 ч 30 мин	10.0	Дефекация отсутствовала
15 ч 00 мин	8.0	
15 ч 30 мин	9.0	
15 ч 50 мин	12.5	
16 ч 00 мин	15.0	
16 ч 15 мин	19.5	

Впячивание полипидов начиналось при температуре 10–11 °С, причем интервалы покоя составляли 1–42 мин. Это может быть связано с различным физиологическим состоянием зооидов. Фильтрация зооидов всей колонии заканчивалась при 8 °С. После прекращения охлаждения воды и при постепенном ее естественном прогреве происходило восстановление фильтрационной деятельности. При 9 °С некоторые полипиды выпячивали только верхнюю часть щупалец, а затем быстро убирали их в цистид. С повышением температуры воды до 10 °С фильтровали только 2 из 10 наблюдаемых

зооидов, а при 15 °С все зооиды колонии становились активными.

При низкой температуре замедлялись все процессы жизнедеятельности и акты, связанные с фильтрацией и прохождением пищи через пищеварительную систему. Так, например, при 15 °С интервал между выбрасыванием фекального комочка и поступлением из желудочка в заднюю кишку новой порции переваренной пищи составлял 5–6 мин, в то время как при 20 °С и более он был равен 1–1.5 мин.

Таким образом, выполненные нами исследования позволяют сделать следующее заключение: процесс фильтрации у *Plumatella fungosa* тесно связан с температурой и концентрацией пищи. При благоприятных температурных условиях (24.5 °С) и отсутствии пищи в отфильтрованной воде зооиды прекращали дефекацию, постепенно увеличивали периоды покоя, но полного прекращения работы фильтрационного аппарата не наблюдалось. После 3-часового голодания при поступлении взвеси шло быстрое восстановление фильтрационной активности, интервалы между дефекациями сокращались по сравнению с теми, которые отмечались до опыта.

У мшанок, адаптированных к естественной температуре 17.0 °С, при искусственном ее повышении пределом для осуществления нормального хода фильтрации оказалась температура 30–31 °С, при которой все акты, связанные с потреблением пищи и выбрасыванием непереваренных остатков, сбалансированы. При дальнейшем увеличении температуры происходило освобождение пищеварительной системы от пищевых частиц, но корона щупалец продолжала работать, по-видимому, осуществляя только дыхание.

При 8 °С мшанки прекращали фильтрацию и питание, разворачивание короны щупалец начиналось при 9–10 °С, а при 15 °С все зооиды колонии были активными.

Литература

1. Михеевич Т.В. Элементы экологии мшанок *Plumatella fungosa* из водоема-охладителя Березовской ГРЭС, БССР // Матер. VII Всесоюз. коллекции по ископаемым и современным мшанкам. М., 1986.
2. Протасов А.А., Афанасьев С.А. Пресноводные мшанки в условиях влияния сбросных подогретых вод тепловых и атомных электростанций // Матер. VII Всесоюз. кол. по ископаемым и современным мшанкам. М., 1986

3. Скальская И.А. К вопросу о причинах массового развития ишанок в водоемах-охладителях тепловых электростанций // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1989. № 84.

Институт биологии внутренних вод
им И.Д. Папанина РАН

УДК 591.132.05 : 597/05-11

В.В. Кузьмина, Г.И. Извекова

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ САХАРАЗЫ СЛИЗИСТОЙ КИШЕЧНИКА РЫБ

Кинетические характеристики сахаразы слизистой кишечника рыб ранее подробно не исследовались. Однако их изучение имеет первостепенное значение для понимания механизмов влияния температуры на активность пищеварительных ферментов. Сахараза, будучи маркерным ферментом мембранного пищеварения, обладает пентеричной структурой. Это позволяет анализировать роль не только белковых, но и липидных компонентов в адаптивных перестройках фермент-мембранных комплексов.

Цель данной работы состояла в изучении влияния температуры на кинетические характеристики сахаразы слизистой кишечника рыб в разные периоды годового цикла на примере массовых видов Рыбинского водохранилища. Исследовались налим *Lota lota* (L.), щука *Esox lucius* L., лещ *Abramis brama* (L.), плотва *Rutilus rutilus* (L.) и карп *Cyprinus carpio* L. Активность сахаразы (К.Ф.З.2.1.48) определяли по приросту гексоз модифицированным методом Нельсона [1], величины максимальной скорости реакции (V) и констант Михаэлиса (K_m) — методом двойных обратных величин. В каждом опыте исследовали препараты от 2-5 особей.

Определения, проведенные зимой, показали, что значения V и K_m при одной и той же температуре у разных видов различны (табл. 1): так, при 20 °С первое изменяется от 0.17 (щука) до 2.43 мкмоль/(г·мин) (плотва), а второе — от 14.8 (щука) до 24.1 мМ (лещ). Кроме того, для всех видов

Таблица 1

**Кинетические характеристики сахаразы слизистой
кишечника рыб в разные сезоны**

Вид	K_m , мм	K_m^{20} / K_m^0	V , мкмоль / (г·мин)	V^{20} / V^0
З и м а				
Щука	$\frac{14.8}{44.0}$	0.34	$\frac{0.17}{0.10}$	1.70
	$\frac{24.1}{45.7}$		$\frac{0.72}{0.27}$	
Лещ	$\frac{23.6}{42.4}$	0.56	$\frac{2.43}{0.96}$	2.53
	$\frac{17.2}{26.3}$		$\frac{1.29}{0.54}$	
Л е т о				
Налим	$\frac{14.5}{29.4}$	0.49	$\frac{0.19}{0.10}$	1.90
	$\frac{11.5}{32.1}$		$\frac{0.93}{0.36}$	
Лещ	$\frac{20.7}{36.7}$	0.56	$\frac{2.60}{0.88}$	2.95
О с е н ь				
Лещ	$\frac{35.4}{110.5}$	0.32	$\frac{0.69}{0.39}$	1.77
	$\frac{24.3}{44.0}$		$\frac{1.60}{0.95}$	
Плотва		0.53		1.68

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2 над чертой — при 20 °С, под чертой — при 0.

отмечены различия в уровне исследуемых параметров при 0 и 20 °С. В результате уменьшения температуры величины максимальной скорости уменьшаются, константы Михаэлиса — увеличиваются. О соотношении кинетических характеристик при указанных выше температурах можно судить по коэффициентам V^{20}/V^0 и K_m^{20}/K_m^0 . Значения первого параметра изменяются от 1.70 до 2.67, второго — от 0.34 до 0.65 (табл. 1). Обращают на себя внимание более низкие величины V и коэффициента V^{20}/V^0 у щуки по сравнению с бентофагами (лещ, плотва, карп), а также значительное отличие K_m при 0 °С у карпа.

Данные, полученные летом и осенью, позволили выявить сходные закономерности, в частности увеличение значения V и снижение K_m при увеличении температуры. Для леща и плотвы определены изменения кинетических характеристик в периоды годового цикла, различающиеся по интенсивности питания. Так, летом по сравнению с зимой величины V при 20 °С у обоих видов несколько увеличиваются, значения K_m у леща снижаются более чем в 2 раза, у плотвы — уменьшаются слабо. Осенью же значения V при 20 °С снижаются, при 0 °С — остаются на высоком уровне. Величины K_m у плотвы приближаются к зимнему уровню, у леща — резко возрастают, особенно при 0 °С.

Для того чтобы выявить влияние структурирования исследованных нами ферментов на их кинетические характеристики, в идентичных условиях определяли V и K_m тех из них, которые функционируют в составе мембран эритроцитов, и тех, что выделены из состава мембран при помощи тритона X-100. Результаты зимних исследований свидетельствуют о том, что солюбилизация сахаразы из мембран эритроцитов при помощи тритона X-100 приводит к увеличению значений K_m и уменьшению величин V при обеих температурах по сравнению с ферментами, функционирующими в составе мембран (табл. 2). Степень снижения величины V у разных видов при температуре 0 и 20 °С различна. Так, при 20 °С величина V фермента щуки и леща в результате солюбилизации снижается в 1.6 и 1.5 раза, плотвы — в 2.2 раза. При 0 °С для щуки и плотвы отмечена одинаковая степень снижения величины этого параметра (в 2 раза) и несколько меньшая — для леща (1.3 раза). В результате неравномерного снижения величин V при разных температурах отношение V^{20}/V^0 Д-формы по сравнению с М-формой фермента у щуки увеличивается, у бентофавов уменьшается.

Величины K_m в результате солюбилизации фермента щуки и леща при 20 °С увеличиваются более значительно, чем при 0 °С: отношение значений K_m для Д- и М-форм фермента соответствует 1.69 и 1.35, а также 1.38 и 1.25 при 20 и 0 °С соответственно. Для плотвы отмечено некоторое снижение величин K_m при обеих температурах (отношение K_m^{20}/K_m^0 для Д- и М-форм соответствует 0.82 и 0.86).

Таблица 2

Кинетические характеристики детергентной формы сахаразы слизистой кишечника рыб зимой и летом

Вид	Форма фермента	K_m , мМ	K_m^{20} / K_m^0	V , мкмоль/(г·мин)	V^{20} / V^0
З и м а					
Щука	М	$\frac{14.8}{28.6}$	0.51	$\frac{0.25}{0.12}$	2.08
	Д	$\frac{25.0}{38.5}$	0.65	$\frac{0.16}{0.06}$	2.67
Лещ	М	$\frac{24.1}{45.7}$	0.52	$\frac{0.72}{0.27}$	2.67
	Д	$\frac{33.3}{57.1}$	0.58	$\frac{0.48}{0.21}$	2.29
Плотва	М	$\frac{23.2}{48.5}$	0.47	$\frac{5.56}{1.75}$	3.18
	Д	$\frac{19.0}{41.7}$	0.46	$\frac{2.50}{0.87}$	2.87
Л е т о					
Лещ	М	$\frac{11.5}{32.1}$	0.36	$\frac{0.93}{0.36}$	2.58
	Д	$\frac{24.4}{38.5}$	0.63	$\frac{0.51}{0.31}$	1.65
Плотва	М	$\frac{19.9}{39.2}$	0.51	$\frac{2.86}{1.11}$	2.56
	Д	$\frac{22.9}{60.3}$	0.38	$\frac{1.60}{0.69}$	2.32

П р и м е ч а н и е. М — мембранная форма фермента, Д — детергентная форма фермента.

Данные, полученные летом, свидетельствуют о значительном снижении величин V для Д-формы фермента по сравнению с М-формой при обеих температурах: при 20 °С величина уменьшается в 1.8 раза, при 0 °С — в 1.2 раза. Для фермента плотвы получены более однородные результаты — 1.8 и 1.6 раза соответственно. При этом различия в значениях максимальной скорости реакции Д-форм фермента при разных температурах уменьшаются, особенно у леща.

Так, величины отношения V^{20}/V^0 для М- и Д-форм сахаразы плотвы близки, у леща — различаются в 1.6 раза.

Значения K_m в результате солибилизации фермента леца увеличиваются более заметно при 20 °С, чем при 0 °С, фермента плотвы — наоборот. В результате этого величина отношения K_m^{20}/K_m^0 Д-формы сахаразы леца увеличивается в 1.8 раза, плотвы — уменьшается в 1.3 раза по сравнению с М-формой фермента. Также следует отметить более значительное изменение K_m^{20}/K_m^0 в летний период по сравнению с зимним.

Полученные результаты указывают на то, что кинетические характеристики сахаразы у разных видов непостоянны и в значительной мере зависят от температуры. При исследовании максимальной скорости реакции мембранно-связанной формы фермента установлено последовательное увеличение значений V по мере роста температуры. Величины K_m с повышением температуры уменьшаются, что свидетельствует об увеличении фермент-субстратного сродства. Интересно отметить, что летом величины K_m при одной и той же температуре ниже, чем зимой. Различия увеличиваются при сопоставлении величин K_m , определяемых при температуре, которая близка природной: зимой 0 °С, летом 20 °С. Эти результаты близки полученным ранее при исследовании кинетических характеристик процесса гидролиза полисахаридов.

Увеличение значений максимальной скорости реакции и сродства фермента к субстрату летом имеет особое значение для бентофагов, которые в отличие от хищников в массе начинают питаться лишь при температуре, превышающей 7–10 °С. Разрушение фермент-мембранных комплексов приводит к значительному изменению кинетических характеристик. При этом величина V по мере деградации фермент-мембранных комплексов последовательно снижается, а K_m в большинстве случаев значительно увеличиваются, что свидетельствует о важной роли структурирования ферментов. Наблюдаемые изменения кинетических характеристик ферментов под влиянием температуры можно рассматривать как адаптивные.

Литература

1. Уголев А.М., Иезуитова Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз // Исследование пищеварительного аппарата у человека: Обзор современных методов. Л., 1969.

Институт биологии внутренних вод
им И.Д. Папанина РАН

УДК 597-1.05

И.Л. Голованова, В.В. Кузьмина, А.В. Попов

ПОЛИМОРФИЗМ БЕЛКОВ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* (L.)

Исследование внутривидовой структуры и закономерностей биохимической изменчивости рыб необходимо для рациональной эксплуатации промысловых стад. Наибольший интерес в этом плане представляет электрофоретическое исследование белков с использованием различных носителей. При этом наиболее часто изучаются саркоплазматические и водорастворимые белки мышц, в том числе и белки миокарда, занимающего по своему химическому составу промежуточное положение между скелетной и гладкой тонической мускулатурой [1]. Поскольку ранее при изучении природных рыбных стад была обнаружена ярко выраженная наследственная гетерогенность, связанная с подразделением крупных географических популяций (стад) на совокупность мелких субпопуляций, которые отличаются сроками нерестового хода и местом нереста [2], представлялось целесообразным сравнение фракционного состава растворимых белков миокарда у рыб различных преднерестовых группировок.

Цель данной работы состояла в исследовании белкового спектра сердечной мышцы леща из 2 преднерестовых группировок, различающихся по месту нереста. Материал для исследования был собран в мае 1987 г. на 2 участках р. Сить, впадающей в Рыбинское водохранилище, — устьевом и речном, расположенном на 8 км выше устья. Проанализировано 108 экземпляров рыб обоего пола (IV стадия зрелости гонад), из них 56 отловлено в верховье реки, 52 — в низовье.



Схема электрофореграмм полиморфных локусов миоге-
нов сердца у леща.

Для биологического анализа сердце извлекали, помещали в закрытый контейнер и хранили в замороженном виде при температуре -18°C в течение нескольких суток до проведения электрофореза. Навески сердечных мышц промывали в физиологическом растворе, осушали фильтровальной бумагой, после чего подвергали размельчению в стеклянном гомогенизаторе. Экстракцию белков проводили в течение 10–12 ч в триглицидном буфере с молярностью 0.02 и pH 8.3. Для осаждения нерастворимой белковой фракции гомогенат центрифугировали при 10 000 об/мин в течение 1 ч в центрифуге К-24. Полученные препараты растворимых белков подвергали электрофоретическому анализу в пластинах полиакриламидного геля с изопористой (7 %) структурой. Одновременно в одной пластине анализировали 24 образца. Полученные электрофореграммы окрашивали 0.1%-ным раствором Кумаси-Р-250 в 10%-ной уксусной кислоте. Все операции, связанные с получением и разделением белков сердечной мышцы, проводили при температуре $0-4^{\circ}\text{C}^*$. Концентрацию (в г/100 г сырой массы ткани) общего и растворимого белка в миокарде определяли методом Лоури [3].

При анализе миогенов сердца, разделяющихся на 25–27 самостоятельных компонентов, в быстроподвижной части спектра выявлены 2 полиморфные зоны, что позволяет предположить наличие 2 локусов: первый

*Приносим глубокую благодарность профессору В.И. Лукьяненко за предоставленную возможность выполнения электрофоретического анализа на базе лаборатории экологической биохимии рыб.

локус включает в себя 3 кодоминантных аллеля с различной электрофоретической подвижностью — 0.83, 0.77 и 0.72, для второго характерно наличие 2-аллельной кодоминантной системы — 0.64 и 0.60. При этом обе фракции гетерозиготы имеют ту же электрофоретическую подвижность, что и гомозиготы (как в 1-й, так и во 2-й полиморфных зонах). За единицу принимали расстояние от старта до границы Кольрауша. Возможные варианты различных фенотипов по 1-й и 2-й полиморфным зонам представлены на рис. 1. Необходимо отметить, что у исследованных рыб для 1-й полиморфной зоны выявлено 5 фенотипов из 6 возможных, для 2-й — все 3 теоретически допустимых. Тот факт, что полиморфные белки сердечной мышцы обладают наибольшей электрофоретической подвижностью, позволяет нам отнести их к альбуминоподобным белкам.

Распределение частот встречаемости фенотипов в 1-й полиморфной зоне представлено в табл. 1. Сравнение этих данных с использованием критерия χ^2 показало, что у всех исследованных групп рыб различие наблюдаемых и теоретически рассчитанных по формуле Харди-Вайнберга частот не выходит за пределы допустимой ошибки. При сопоставлении распределения частот встречаемости фенотипов между самками и самцами речной и устьевой преднерестовых группировок достоверных различий не установлено. Анализ проводили как по эмпирическим частотам, отражающим распределение фенотипов лишь в данной выборке, так и по теоретически рассчитанным, характерным для распределения во всей популяции.

Частота встречаемости различных аллелей (при условии, что фенотип соответствует генотипу) у всех 4 исследованных групп рыб достоверно не различается при 95%-ном уровне вероятности. Обращает на себя внимание отсутствие фенотипа 0.83/0.83 у рыб обоего пола в обеих преднерестовых группировках, однако найденные фенотипы 0.83/0.77 и 0.83/0.72 указывают на то, что аллель 0.83 существует.

Установлено, что распределение фенотипов в 1-й полиморфной зоне не зависит от пола рыб, что позволило сравнить распределение частот их встречаемости у всех особей (независимо от пола) речной и устьевой преднерестовых группировок леща. При сопоставлении распределения эмпирических и теоретических частот по критерию χ^2 не выявилось значимых отклонений как в первой, так и во второй группе рыб. Это косвенно подтверждает гипотезу о том, что

Таблица 1

Фактическое и теоретическое (в скобках) распределение фенотипов и частота встречаемости аллелей мышечных белков сердца в 1-й полиморфной зоне у леща 2 преднерестовых группировок

Место сбора проб	Пол рыб	Число рыб, экз.	Фенотипы			Частота аллелей					
			0.83/ 0.83	0.83/ 0.77	0.77/ 0.77	0.83/0.72	0.77/0.72	0.72/0.72	0.83	0.77	χ^2
Речной участок р. Сить	♀♀	27	-	2	1	-	17	7	0.037	0.389	0.574
	♂♂	29	(0.04)	(0.78)	(4.1)	(1.1)	(12.1)	(8.9)			6.68
Устье р. Сить	♀♀	26	-	3	1	4	15	3	0.134	0.385	0.480
	♂♂	26	(0.45)	(2.7)	(3.9)	(3.3)	(9.6)	(6.0)			7.33
Речной участок р. Сить	♀♀	56	-	3	11	-	12	-	0.058	0.712	0.230
	♂♂	52	(0.09)	(2.1)	(13.2)	(0.69)	(8.5)	(1.4)			2.28
Устье р. Сить	♀♀	56	-	3	10	4	31	8	0.063	0.482	0.455
	♂♂	52	(0.22)	(3.4)	(13.0)	(3.2)	(24.6)	(11.6)			3.94
			-	6	12	4	27	3	0.096	0.548	0.356
			(0.48)	(5.5)	(15.6)	(3.6)	(20.3)	(6.6)			5.57

полиморфизм миогенов сердца в 1-й полиморфной зоне находится под генетическим контролем 3 кодоминантных аллелей: 0.83, 0.77 и 0.72. При этом в исследованной выборке рыб наблюдается полное отсутствие гомозигот 0.83/0.83, недостаток — 0.77/0.77 и 0.72/0.72 и некоторый избыток гетерозигот 0.77/0.72.

Значение критерия χ^2 (3.65, $p < 0.05$) указывает на идентичность распределения частот встречаемости фенотипов у особей речной и устьевой преднерестовой группировок, что может свидетельствовать о принадлежности данной выборки рыб к одной популяции. В то же время обращает на себя внимание различная частота встречаемости аллеля 0.83. В частности, у самок речной преднерестовой группировки она составила 0.037, устьевой — 0.134, что позволяет предположить существование некоторых различий между самками этих нерестилищ, однако настоящая гипотеза требует дальнейшей экспериментальной проверки.

Распределение частот фенотипов во 2-й полиморфной зоне представлено в табл. 2. Так как для этой зоны обнаружена зависимость распределения фенотипов от пола ($\chi^2 = 7.74$, $p < 0.05$), особей разных преднерестовых группировок рассматривали лишь с учетом половых различий. Анализ частоты встречаемости фенотипов по критерию χ^2 не показывает значимых отклонений в распределении эмпирических и теоретических показателей, при этом низкие величины критерия χ^2 (0.004–1.70) свидетельствуют о значительном соответствии распределений. Сравнение частот встречаемости фенотипов не выявило достоверных различий как между самками ($\chi^2 = 2.84$), так и между самцами ($\chi^2 = 0.61$) 2 исследованных группировок. По частоте встречаемости аллелей статистически достоверных различий между особями сравниваемых групп также не обнаружено.

При определении концентрации общего и растворимого белка в сердечной мышце установлены различия между особями 2 преднерестовых группировок. В частности, концентрация общего белка у рыб с речных нерестилищ была недостоверно выше, чем у особей из устья. Так, у самцов с речного и устьевого нерестилищ она составила 16.6 ± 0.6 и 15.6 ± 0.5 , а у самок — 16.0 ± 0.5 и 15.0 ± 0.3 г/100 г сырой массы ткани соответственно. Наибольшие различия обнаружены при исследовании растворимого белка сердечной мышцы: у рыб с речных нерестилищ величина этого показателя в 1.5 раза выше ($p < 0.01$), чем у нерестящихся в устье. Так, концентрация

Таблица 2

Фактическое и теоретическое (в скобках)
распределение фенотипов и частота встречаемости
аллелей мышечных белков сердца по 2-й полиморфной
зоне у леца 2 преднерестовых группировок

Место сбора проб	Пол рыб	Число рыб, экз.	Фенотипы			Частота аллеля 0.64	χ^2
			0.64/ 0.64	0.64/ 0.60	0.60/ 0.60		
Речной участок р. Сить	♀♀	27	6 (5.8)	13 (13.4)	8 (7.8)	0.463	0.024
	♂♂	29	10 (9.9)	14 (14.1)	5 (5.0)	0.586	0.004
Устье р. Сить	♀♀	26	2 (2.5)	12 (11.1)	12 (12.4)	0.308	0.17
	♂♂	26	10 (8.7)	10 (12.7)	6 (4.6)	0.577	1.70

растворимого белка у самцов речной группировки составила 4.14 ± 0.19 , устьевой — 2.81 ± 0.14 , у самок тех же группировок — 4.05 ± 0.09 и 3.05 ± 0.15 г/100 г сырой массы ткани соответственно. При этом отношение концентрации общего белка к растворимому у самцов и самок из речного участка равнялось 4.0 и 3.6, у рыб из устья — 5.6 и 4.9. Поскольку содержание растворимого белка в значительной мере отражает интенсивность обменных процессов, приведенные данные могут свидетельствовать о большей функциональной активности особей речной преднерестовой группировки по сравнению с рыбами, нерестящимися в устье.

Таким образом, при исследовании электрофоретического спектра растворимых белков сердечной мышцы 2 преднерестовых группировок леца выявлены 2 полиморфные зоны в быстроподвижной части спектра.

Показано соответствие распределения частот встречаемости фенотипов (эмпирических и теоретических) во всех исследованных группах рыб. Это приводит к выводу, что популяция, из которой взяты выборки, находится в генетическом равновесии по наследственным факторам мнгоеновой системы в 1-й и 2-й полиморфных зонах. Несмотря на идентичность частот встречаемости фенотипов у самок и самцов с речных и устьевых нерестилищ, отмечены достоверные различия в концентрации растворимого белка, свидетельствующие о большей функциональной активности особей речной преднерестовой группировки.

1. Иванов И.И., Юрьев В.А. Биохимия и патобиохимия мышц. Л., 1961.
2. Кирпичников В.С. Генетические основы селекции рыб. Л., 1979.
3. Lowry O.H., Rosebrough N.G., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol-reagent // J. Biol. Chem. 1953. Vol. 193.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН

УДК 597.4/5

Ю.В. Слынько

**ПОЛИМОРФИЗМ МЫШЕЧНЫХ ИЗОФЕРМЕНТОВ
КАРПОВЫХ РЫБ СССР.
II. ПЕРОКСИДАЗА (ПО, К.Ф.1.11.1.7)**

Пероксидаза (ПО) — один из весьма распространенных ферментных белков, с почти повсеместным присутствием в растительных и животных тканях [1]. Несмотря на давнюю (с середины прошлого века) и глубокую изученность вопросов структуры и функции фермента, его изоферменты исследованы в гораздо меньшей степени, особенно явления полиморфизма. Прежде всего это относится к животным, у которых ПО, как правило, имеет мономерную структуру и кодируется одним геном [9].

Немногочисленные данные по рыбам согласуются с этими представлениями [4]. Изоферменты ПО рыб анализировались у видов лососевых и сельдевых, полиморфизм выявлен у 6 из них (как правило, 2-, реже 3-аллельный) [3, 4]. Имеются также сведения об анализе изоферментов ПО у 5 видов карповых: золотого и серебряного карасей, голяна, плотвы и линя [10]. В основном это данные структурного описательного характера и не касаются полиморфизма ПО. Ранее нами в тезисной форме были представлены материалы о полиморфизме изоферментов ПО у леща, в которых обосновывался его наследственный характер [6].

Цель данного исследования — выявление полиморфизма изоферментов ПО у карповых и описание его особенностей и характера. Материал собирали в

Таблица 1

Характеристика карповых рыб различных регионов СССР

Русское название	Латинское название	Количество рыб, экз.	Место сбора	Плоидность (2n)
Линь	<i>Tinca tinca</i> L.	35	Озера Литвы; Р. Днепр	48
Плотва	<i>Rutilus rutilus</i> L.	120	Реки Неман, Волга, Москва	50
Вырезуб	<i>R. frisii</i> Nord.	4	Р. Днепр	-
Синец	<i>Abramis ballerus</i> L.	80	Р. Волга	50
Белоглазка	<i>A. sapa</i> Pal.	40	Р. Днепр	-
Лещ	<i>A. brama</i> L.	200	Р. Волга	50
Рыбец	<i>Vimba vimba</i> L.	40	Р. Днепр	50
Густера	<i>Blicca bjoerkna</i> L.	48	Р. Волга	50
Чехонь	<i>Pelecus cultratus</i> L.	30	»	50
Красноперка	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> L.	40	Р. Днепр	50
Уклея	<i>Alburnus alburnus</i> L.	80	Реки Днепр, Волга	50-52
Русская быстрянка	<i>Alburnoides bipunctatus rossicus</i> Berg.	40	Р. Тиса	50
Жерех	<i>Aspius aspius</i> L.	80	Р. Днепр	52
Елец	<i>Leuciscus leuciscus</i> L.	40	»	50
Язь	<i>L. idus</i> L.	38	Озера Литвы, Р. Волга	50
Амурский чебак	<i>Leuciscus waleckii</i> Dvb.	622	Озера Ханка, Хасан, Р. Амур	-
Конь пятнистый	<i>Hemibarbus maculatus</i> Bleek.	60	Р. Амур	-
Конь губарь	<i>H. labeo</i> Pal.	32	Оз. Ханка	50

Продолжение таблицы

Пескарь-лень	16	P. Амур	-
Сибирский пескарь	30	»	50
Китайский ящерный пескарь	36	Оз. Ханка	-
Амурский голянь	25	P. Амур	50
Верхогляд	39	»	-
Монгольский краснопер	40	»	-
Горбушка	37	Оз. Ханка	-
Востробрюшка	56	Оз. Ханка,	-
Плоскоголовый амурский жерех	45	P. Амур	-
Желтоперка	28	»	-
Белый амурский лещ	5	P. Амур	-
Амурский горчак	35	»	-
Ханкинский горчак	40	Оз. Ханка	-
Амурский сазан	11	P. Амур	100
Серебряный карась	20	»	100
Толстолобик	7	»	48

П р и м е ч а н и е. Значения 2 и даны по материалам работ [2, 7].

1986–1989 гг. Проанализировано 15 видов карповых рыб европейской части СССР и 19 видов Амурской переходной области (табл. 1).

Для анализа использовали кусочки сердечной мышцы сразу после вылова рыбы. Навеску пробы гомогенизировали в 20%-ном растворе сахарозы, центрифугировали при 8 тыс. об./мин и полученный супернатант подвергали электрофорезу в вертикальном блоке полиакриламидного геля в ТЕБ-буферной системе, pH 8.3–8.4 [11]. Электрофорез проводили как в полевых, так и в лабораторных условиях. После его окончания блоки извлекали и окрашивали по стандартной методике [8].

Внутривидовую изменчивость ПО оценивали по количеству и относительной электрофоретической подвижности (r. f.) изоферментов и по интенсивности окрашивания (толщине) полос. В качестве r. f. = 100 использована подвижность быстрой полосы фенотипа ПО_{100/100} леща.

У подавляющего большинства исследованных видов электрофоретический спектр ПО представлен 2 полосами. У верхогляда, монгольского краснопера, востробрюшки, карася, амурского сазана, толстолобика, желтоперки, пескаря-лентя, белого амурского леща и амурского горчака изоферменты ПО отсутствуют и она выявляется на электрофореграммах в виде одной полосы. Жерех, укляя и плоскоголовый амурский жерех обладают спектром из 4 полос.

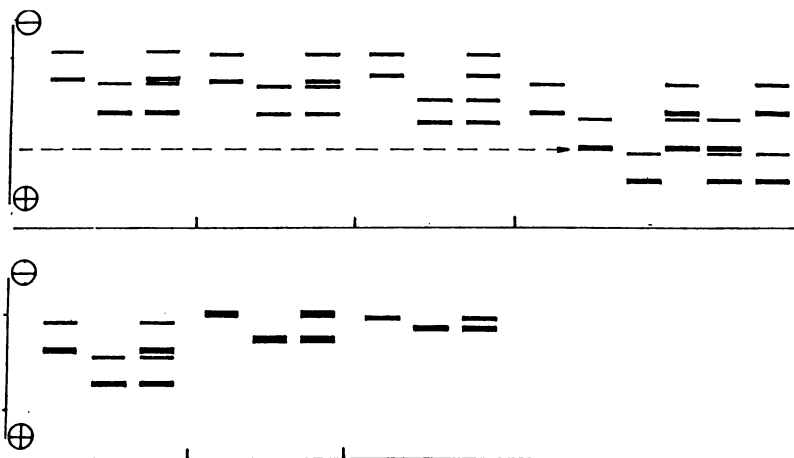


Рис. 1 Аллозимная изменчивость ПО сердечной мышцы плотвы (а), синца (б), белоглазки (в), леща (г), рыбца (д), вырезуба (е), чехони (ж) по структурным генам.

Таблица 2

Распределение фенотипов и аллелей структурного локуса ПО сердечной мышцы карповых рыб

Вид	Количество рыб, экз.	Фенотипы			ff «мед-лен-ного» аллеля	χ^2
		«медленный» (гомозигота)	гетерозигота	«быстрый» (гомозигота)		
Белоглазка	40	$\frac{2}{2.0}$	$\frac{8}{13.7}$	$\frac{30}{24.3}$	0.22	3.7
Синец	80	$\frac{24}{24.2}$	$\frac{40}{39.6}$	$\frac{16}{16.2}$	0.55	0.2
Рыбец	40	$\frac{6}{4.5}$	$\frac{14}{17.5}$	$\frac{20}{18.0}$	0.44	1.3
Плотва	120	$\frac{95}{95.1}$	$\frac{23}{23.4}$	$\frac{2}{1.5}$	0.89	0.2
Чехонь	30	$\frac{20}{18.3}$	$\frac{7}{10.2}$	$\frac{3}{1.5}$	0.78	2.8

$$\chi^2_{st} = \{3.8 + 6.6 + 10.8\}, d. f. = 1$$

Вид	Количество рыб, экз.	Фенотипы						χ^2
		ПО ^{79/79}	ПО ^{100/100}	ПО ^{116/116}	ПО ^{79/100}	ПО ^{79/116}	ПО ^{100/116}	
Лещ	200	$\frac{31}{28.9}$	$\frac{57}{56.2}$	$\frac{3}{1.6}$	$\frac{79}{80.6}$	$\frac{11}{13.7}$	$\frac{19}{19.1}$	2.0

Частоты аллелей: $f PO^{79} = 0.38$, $f PO^{100} = 0.53$, $f PO^{116} = 0.09$; $h = 0.43$

$$\chi^2_{st} = \{5.9 + 9.2 + 13.8\}, d. f. = 2.$$

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл.4 над чертой — эмпирические, под чертой — теоретические значения.

Внутривидовая изменчивость по количеству и г. f. полос отмечена у 7 видов: 3 из р. *Abramis* (лещ, синец, белоглазка), 2 из *Rutilus* (плотва, вырезуб), а также у рыбка и чехони (рис. 1). У каждого из этих видов, кроме леща и вырезуба, обнаружено по 3 фенотипа ПО. Белоглазка, синец, рыбец и плотва имеют по 2 двухполосочных фенотипа, различающихся по относительной электрофоретической подвиж-

Таблица 3

Расщепление по аллелям структурного локуса ПО в скрещиваниях у двух видов карповых рыб

Генотипы родителей		Генотипы потомства, %			Количество рыб, экз.
♀	♂	68/68	68/80	80/80	
П л о т в а					
ПО ^{68/68}	ПО ^{68/68}	100	—	—	2000
ПО ^{68/68}	ПО ^{68/80}	50	50	—	1000
ПО ^{68/80}	ПО ^{68/68}	50	50	—	1000
ПО ^{80/80}	ПО ^{68/80}	—	50	50	1300

Продолжение таблицы

Генотипы родителей		Генотипы потомства, %						Количество рыб, экз.
♀	♂	79/79	100/100	116/116	79/100	100/116	79/116	
Л е щ								
ПО ^{79/79}	ПО ^{79/79}	100	-	-	-	-	-	500
ПО ^{100/100}	ПО ^{100/100}	-	100	-	-	-	-	500
ПО ^{79/79}	ПО ^{100/100}	-	-	-	100	-	-	1000
ПО ^{116/116}	ПО ^{100/116}	-	-	50	-	50	-	1200
ПО ^{116/116}	ПО ^{79/116}	-	-	50	-	-	50	1300
ПО ^{79/79}	ПО ^{79/116}	50	-	-	-	-	50	600
ПО ^{100/100}	ПО ^{100/116}	-	50	-	-	50	-	600

ности, и одному четырехполосочному. Чехонь представлена 2 однополосочными фенотипами, также имеющих отличия по $r. f.$, и одним двухполосочным. Система фенотипов вырезуба аналогична таковой чехони, однако выявлен только один однополосочный фенотип („медленный“). Для леца характерно наличие 6 фенотипов: 3 двухполосочных, различающихся по значению $r. f.$, и 3 четырехполосочных.

Четырехполосочные спектры леца, белоглазки, синца, рыба, плотвы и двухполосочные спектры чехони и вырезуба могут образоваться при объединении соответствующих двух- и однополосочных форм. Эти четырехполосочные и двухполосочные фенотипы могут быть интерпретированы как гетерозиготные, а соответствующие им двух- и однополосочные — как гомозиготные. Обнаруженный полиморфизм ПО белоглазки, синца, рыба, плотвы, вырезуба и чехони обусловлен, вероятно, действием 2 (по каждому виду в отдельности), а у леца (как и установлено нами ранее [6]) — 3 кодоминантных аллелей структурного локуса ПО. Отсутствие в предполагаемых гетерозиготных фенотипах гибридных гетерополимерных полос согласуется с представлениями о пероксидазе как ферменте с мономерной структурой [5].

Проверка соответствия фактических и ожидаемых исходя из закона Харди-Вайнберга частот распределения фенотипов, осуществленная для всех указанных видов, за исключением вырезуба (ввиду крайней малочисленности выборки), подтвердила справедливость предложенных гипотез ген-аллельной детерминации (табл. 2). Кроме того, в отношении леца и плотвы справедливость данных гипотез доказана и прямым методом с помощью скрещиваний (табл. 3).

Внутривидовая изменчивость по интенсивности окрашивания (толщине) полос, имеющая четко дискретную выраженность, обнаружена у 2 видов — русской быстрянки и горбушки (рис. 2). Для них обоих характерны двухполосочные спектры ПО, у каждого выявляются по 3 фенотипа. Соотношения толщины „медленных“ и „быстрых“ полос имеют следующий вид: 2 : 1 (AA), 1 : 2 (BB) и 2 : 2 (AB). Такого рода полиморфизм возникает при наличии аллельных состояний гена-регулятора, кодирующего активность фермента [12]. Можно предположить, что наблюдаемый у этих видов полиморфизм обусловлен существованием 2 аллелей гена-регулятора ПО с кодоминантным наследованием. Фенотипы AA и BB будут трактоваться как гомозиготы, а AB — как гетерозиготы. Проверка, осуществленная по Харди-Вайнбергу, доказала справедливость изложенных гипотез (табл. 4).

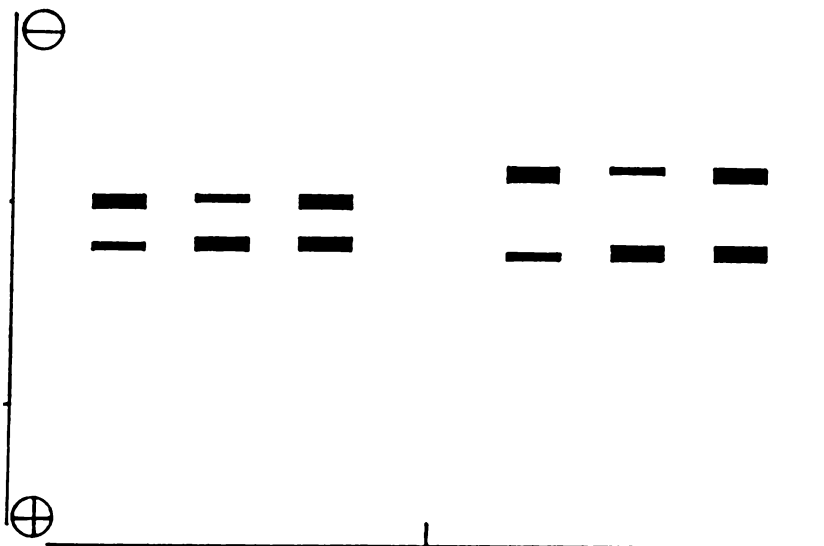


Рис. 2. Аллозимная изменчивость ПО сердечной мышцы русской быстрянки (а) и горбушки (б) по регуляторным генам.

АА, ВВ — гомозиготные фенотипы, АВ — гетерозиготные.

Таким образом, подтверждены полученные ранее данные о существовании наследственного полиморфизма по структурному локусу ПО сердечной мышцы леща [6], впервые описан и обоснован наследственный полиморфизм по структурным генам ПО сердечной мышцы

Таблица 4

Распределение фенотипов и аллелей гена-регулятора ПО сердечной мышцы двух видов карповых рыб

Вид	Количество рыб, экз.	Фенотипы			ff аллеля А	Гетерозиготность А	χ^2
		АА	АВ	ВВ			
Русская быстрянка	40	$\frac{4}{2.5}$	$\frac{12}{15.0}$	$\frac{24}{22.5}$	0.25	0.38	1.6
Горбушка	37	$\frac{3}{1.8}$	$\frac{10}{12.7}$	$\frac{24}{22.5}$	0.22	0.34	1.5

$$\lambda_{st}^2 = \{3.8 + 6.6 + 10.8\}, \text{ d.f.} = 1$$

белоглазки, синца, рыба, плотвы, чехони и, предположительно, вырезуба, а также по гену-регулятору ПО сердечной мышцы русской быстрянки и горбушки. Наследственный полиморфизм ПО весьма широко распространен в семействе карповых: уровень его составил 26 % (суммарно по структурным и регуляторным генам). Необходимо отметить, что полиморфизм по структурным генам ПО выявлен только у европейских карповых и, по-видимому, обладает строгой родовой ограниченностью (*Abramis*, *Vimba*, *Rutilus* и *Pelecus*). Полиморфизм же по генам-регуляторам характерен для представителей как европейской, так и амурской фауны. Вполне вероятно, что подобного рода особенности распределения встречаемости полиморфизма могут носить филогенетический характер и в определенной мере отражать историю формирования и расселения не только видов, но и в целом фауны карповых на территории Евразии.

Литература

1. Андреева В.А. Фермент пероксидаза. М., 1988.
2. Васильев В.П. Эволюционная кариология рыб. М., 1985.
3. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. Л., 1987.
4. Рекомендации по использованию электрофоретических данных при межпопуляционных и межвидовых сравнениях. Владивосток, 1980.
5. Серов О.Л. Механизмы образования гибридных изоферментов как модель изучения взаимодействия генов // Генетика изоферментов. М., 1977.
6. Слынько Ю.В. Полиморфизм пероксидазы леща // III Всесоюз. совещ. по генетике, селекции и гибридизации рыб: Тез. докл. М., 1985.
7. Arai R. A chromosome study on two cyprinid fishes, *Acrossocheilus labiatus* and *Pseudorasbora pumila*, with notes on Eurasian cyprinids and their karyotypes // Bull. Nat. Sci. Mus. Ser. A. Tokyo, 1982. Vol. 8(3).
8. (Berston M.) Берстон М. Гистохимия ферментов. М., 1965.
9. (Dikson M., Webb A.) Диксон М., Уэбб Э. Ферменты. М., 1985. Т. 2.
10. Dumitrescu M., Banarescu P. A biochemical contribution to the taxonomical position of the genus *Tinca* (*Pisces*, *Cyprinidae*) // Trav. Mus. hist. natur. „Gr. Antipa“. Bucuresti, 1979. Vol. 20.

11. Peacock A.C., Bunting S.L., Queen K.G. Serum protein electrophoresis in acrylamid gel // Science. 1965. Vol. 147.
12. (Salerno A.) Салерно А. Биохимический полиморфизм // Молекулярные механизмы генетических процессов. М., 1982.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН

УДК 582.26 : 58.08

С.И. Генкал, Л.Г. Корнева

ПРОСТОЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ ЧИСЛЕННОСТИ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ТЭМ

В практике альгологических и гидробиологических исследований постоянно требуется количественная оценка численности водорослей, в том числе диатомовых. Методика такого учета планктонных водорослей с использованием светового микроскопа отработана достаточно хорошо [5-7]. В последнее время для этих целей рекомендуется использовать и электронную микроскопию [2]. Предлагаемый нами способ прост и позволяет оценивать численность диатомей с разной степенью точности в зависимости от поставленных задач.

Материалом для настоящей работы послужили собранные в весенний период количественные пробы фитопланктона из Рыбинского водохранилища с разной концентрацией водорослей (табл. 1). Для оценки численности водорослей в единице объема сгущали 0.5 л воды до 5 мл путем прямой фильтрации под давлением через мембранные фильтры отечественного производства № 6 и № 5 поочередно [6]. Клетки учитывали в счетной камере „Учинская“ [4] объемом 0.01 мл под микроскопом МББ-1а при 500-700-кратном увеличении. При этом просчитывали не менее 100 клеток каждого вида [8]. Оценку численности водорослей проводили в ТЭМ марки „Н-300“.

Препараты диатомовых водорослей для количественного учета в ТЭМ готовили по следующей схеме.

1. В мерную центрифужную пробирку отбирали пипеткой 1 мл хорошо перемешанной количественной пробы и известным способом производили очистку

Таблица 1

Качественный и количественный состав исследованного материала

Номер пробы	Вид	Численность по данным СМ, $N \cdot 10^3$ кл./л	n_s	n_{10}	n_1
1	<i>Diatoma elongatum</i>	2	0-5	-	-
	<i>Surirella minuta</i>	2	0-1	-	-
	<i>Aulacosira islandica</i>	4	2-5	-	-
	<i>Stephanodiscus rotula</i>	56	1-4	-	-
	<i>Aulacosira subarctica</i>	63	6-18	-	-
2	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	464	15-24	-	-
	<i>Surirella minuta</i>	0.9	0-1	-	-
	<i>Stephanodiscus rotula</i>	3	1-3	-	-
	<i>Diatoma elongatum</i>	12	12-24	-	-
	<i>Aulacosira subarctica</i>	24	11-27	-	-
3	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	74	48-62	-	-
	<i>Surirella minuta</i>	0.6	0-1	-	-
	<i>Aulacosira subarctica</i>	9	4-7	-	-
	<i>Stephanodiscus rotula</i>	40	14-52	-	-
	<i>Surirella minuta</i>	50	5-17	-	-
4	<i>Aulacosira islandica</i>	300	6-13	-	-
	<i>A. subarctica</i>	310	33-112	1-8	0-3
	<i>Asterionella formosa</i>	311	52-98	0-8	0-2
	<i>Stephanodiscus binderanus</i>	789	50-141	4-12	0-4
	<i>S. minutulus</i>	903	627-930	36-64	-
	<i>Diatoma elongatum</i>	1449	367-529	17-36	0-6
	<i>Aulacosira subarctica</i>	75	17-50	0-2	-

Продолжение таблицы 1

Номер пробы	Вид	Численность по данным СМ, $N \cdot 10^3$ кл./л	n_s	n_{10}	n_1
	<i>Diatoma elongatum</i>	150	33-77	1-7	0-2
	<i>Surirella minuta</i>	185	62-112	0-9	0-2
	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	6042	-	133-352	8-29
	<i>Surirella minuta</i>	10	2-7	-	-
	<i>Aulacosira islandica</i>	12	0-8	-	-
	<i>Stephanodiscus rotula</i>	60	2-8	-	-
	<i>Aulacosira subarctica</i>	130	112-124	5-15	0-5
	<i>Asterionella formosa</i>	175	47-83	1-7	0-2
	<i>Stephanodiscus binderanus</i>	185	30-52	-	-
	<i>Diatoma elongatum</i>	705	329-346	16-34	0-6

П р и м е ч а н и е. Приводятся лимиты подсчетов. Здесь и в табл. 2, 3 n_s — число створок на всей исследуемой площади сетки, n_{10} — в 10 окнах сетки, n_1 — в 1 окне сетки.

панциря водорослей от органического вещества клетки [1]. Центрифугировали не менее 6-7 мин для полного учета мелкоклеточных форм [2]. Для количественной оценки в пробирке после промывки оставляли 1 мл осадка вместе с би- или дистиллированной водой. Если в пробах фитопланктона концентрация фильтрата будет отличной от нашей (0.5 л : 5 мл), то ее следует привести к последней. Например, если фильтровать по 1 л воды и в фильтры заливать 5 мл фильтра, тогда в мерную центрифужную пробирку необходимо наливать не 1, а 0.5 мл количественной пробы.

2. В качестве опорных мы применяли чешские сетки фирмы „Tezla“ с усиленным центром 200 меш диаметром 3 мм, как наиболее подходящие по размерам окон для изучения диатомей (табл. 2). Для сравнения использовались также сетки 100 и 300 меш. Для подложки применялась нитроцеллюлозная пленка, укрепленная углем в напылительной установке. Препараты диатомей с такой пленкой могут храниться несколько лет и многократно просматриваться в ТЭМ [3].

3. Подготовленную пробу тщательно перемешивали легкими постукиваниями по дну пробирки. Пипеткой с оттянутым концом (в нашем случае внутренний диаметр последнего составлял 480 мкм) и грушей на конце засасывали небольшой объем суспензии водорослей, достаточный для 2-3 сеток. На опорную сетку наносили каплю суспензии диаметром, приблизительно равным диаметру сетки. При таком способе, т. е. на глазок, объем капли и соответственно результаты оценки численности будут варьировать больше, чем при нанесении строго фиксированного объема подпробы. Однако следует отметить, что результаты оценки при предлагаемом методе получаются более точными по сравнению с рекомендованными нами ранее [2]. Это обусловлено, вероятно, тем, что при этом на сетку помещался очень маленький объем подпробы (1 мкл), в то время как в данном случае мы наносили приблизительно 4-5 мкл. После подсушивания препараты готовы для изучения в ТЭМ.

Микроскопирование мы проводили при увеличениях 1000 (сетки 200 и 300 меш) и 700 (100 меш) раз, что позволяет просматривать на экране микроскопа целиком площадь одного окна и удобно для проведения подсчетов. При меньшем увеличении можно производить съемку 1 или 10 окон с последующим подсчетом числа створок на фотопластинках. Ряд за рядом просчитывали створки на всей площади сетки, допустимой для наблюдения в данном типе микроскопа

Таблица 2

Результаты подсчета числа створок на сетках разного типа (проба № 5)

Вид	Характеристики сетки				n_s		n_{10}		Число просмотренных сеток
	Тип, меш	Размер окон, мкм	Прозрачность, %	размах	$M \pm m$	размах	$M \pm m$		
<i>Aulacorira subarctica</i>	200	90×90	50	17-40	29.0±4.1	-	-	5	
<i>Diatoma elongatum</i>				33-56	43.6±4.7	1-7	4.0±1.2	5	
<i>Stephanodiscus minutulus</i>						110-303	203.6±36.5	5	
<i>Surirella minuta</i>				75-112	92.2±9.4	3-9	6.4±1.2	5	
<i>Aulacosira subarctica</i>	100	200×200	65	13-28	22.2±2.8	-	-	5	
<i>Diatoma elongatum</i>				38-47	43.4±2.2	5-15	10.2±1.7	5	
<i>Surirella minuta</i>				66-115	93.2±10.1	10-29	22.8±3.9	5	
<i>Aulacosira subarctica</i>	300	65×65	52	12-27	21.5±3.2	-	-	4	
<i>Diatoma elongatum</i>				26-43	37.7±3.9	0-2	1.0±0.4	4	
<i>Stephanodiscus minutulus</i>						52-109	81.0±13.6	5	
<i>Surirella minuta</i>				70-84	76.7±3.2	1-2	1.2±0.2	4	

($\approx 2.9 \text{ мм}^2$). Створку или большую ее часть принимали за одну, а встречающиеся иногда целые клетки — за 2 счетные единицы.

В начальной стадии проведения учета было обнаружено, что результаты обсчета окон сеток у края исследуемой площади значительно отличаются от таковых центра сетки, однако статистическая обработка показала, что существенных различий нет. В дальнейшей работе мы использовали итоги подсчета створок ряда из 10 окон или же в 1 окне в центре створки. Сравнение данных количественного учета из одних и тех же пробирок с интервалом в 1 мес показало хорошую сохранность суспензии и сходимость результатов, что позволяет неоднократно использовать исследуемый материал. При длительном хранении для предотвращения испарения воды и изменения концентрации подпробы центрифужные пробирки следует держать в холодном месте.

Полученные нами результаты подсчетов числа створок в ТЭМ были обработаны на ЭВМ „PC/AT“ для вычисления параметров уравнения линейной регрессии (табл. 3). Графики, построенные по этим уравнениям, позволяют определить количество клеток водорослей в пробе в зависимости от числа подсчитанных створок на всей исследуемой площади сетки, в 1 или в 10 окнах. Для более быстрой оценки численности диатомей в пробе, имея уравнения или графики, можно составить таблицы с желаемой степенью точности.

Для количественного учета диатомей можно использовать и другие сетки, дающие сходны результаты при обсчете всей наблюдаемой в ТЭМ площади сетки (табл. 2). Однако при высокой плотности водорослей в подпробе для экономии времени достаточно просчитать число створок в 1 или 10 окнах, а число водорослей в пробе определять, пользуясь соответствующими коэффициентами, учитывающими площадь окон на сетках разных типов. Предлагаемый количественный учет диатомей проще и лишен ряда недостатков, присущих рекомендованному ранее способу [2]. Остается лишь один недостаток описанной оценки численности диатомей в ТЭМ — невозможность учета отмерших клеток.

Наш метод количественного учета сохраняет преимущества описанного ранее: совмещение процессов идентификации и счета, более высокую по сравнению со световой микроскопией точность оценки параметров, возможность длительного хранения уже просчитанного препарата и его многократного просмотра и подсчета [2]. К перечисленным можно еще добавить возможность фотосъемки препарата с последующим

Параметры уравнений линейной регрессии

Уравнение	a	b	σ_a	σ_b
$\lg N = a + b \lg n_s$	4.27	0.36	0.05	0.02
$\lg N = a + b \lg n_{10}$	5.56	0.19	0.06	0.03
$\lg N = a + b \lg n_1$	5.9	0.1	0.02	0

Продолжение таблицы 3

Уравнение	r	Ошибка пред- сказания	Объем выборки
$\lg N = a + b \lg n_s$	0.71	0.65	187
$\lg N = a + b \lg n_{10}$	0.59	0.5	73
$\lg N = a + b \lg n_1$	0.56	0.43	429

П р и м е ч а н и е. N — численность водорослей в СМ, σ — среднее квадратическое отклонение; r — коэффициент корреляции.

подсчетом числа створок на фотопластинках и их длительное хранение, а также оценку численности водорослей с помощью графиков или таблиц с желаемой степенью точности.

Количественную оценку численности диатомовых водорослей с помощью ТЭМ можно рекомендовать при проведении гидробиологических и альгологических исследований.

Литература

1. Балонов И.М. Подготовка водорослей к электронной микроскопии // Методика биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975.
2. Генкал С.И. Метод количественного учета диатомовых водорослей в сканирующем и трансмиссионном электронных микроскопах // Гидробиол. журн. 1986. Т. 22, № 1.
3. Генкал С.И., Балонов И.М. Хранение препаратов водорослей для трансмиссионного электронного микроскопа // Ботан. журн. 1976. Т. 61, № 11.
4. Гусева К.А. Методы биолого-физиологического исследования водорослей // Жизнь пресных вод СССР. Л., 1956. Т. 56, вып. 1.

5. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л., 1969. Т. 1.
6. Кузьмин Г.В. Видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975.
7. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М., 1979.
8. Javornický P. Revise nektreých metod prozřítování kvantoty phytoplanktonu // Sb. Vysoké školy chem.-technol. Praze. Odd. Fak. technol. palvi-va vody. 1958. Т. 58, N 1.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН

УДК 597.08 + 597-154.31

А.М. Свирский, В.Г. Терещенко

**ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ,
ИЗБИРАЕМОЙ РЫБАМИ В УСТАНОВКЕ
С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ТЕРМОГРАДИЕНТОМ**

В лаборатории ихтиологии ИБВВ АН СССР широко применяется метод экспериментального изучения терморегуляционного поведения рыб, заключающийся в определении температуры, избираемой животными в искусственной гетеротермальной среде [2-4]. Сравнительный анализ получаемых данных с результатами других исследователей и дальнейшее более детальное изучение избираемых рыбами температур невозможны без оценки точности производимых измерений. Цель настоящей работы — выявить источники погрешностей, которые возникают при определении температуры, избираемой рыбами в установке с горизонтальным термоградиентом, и оценить величину этих погрешностей.

Лещей возрастом 0+ и длиной, не превышающей 5 см, помещали в установку — лоток размером 4 × 0.34 × 0.13 м с 10 одинаковыми сообщающимися отсеками. Температурный градиент величиной 8 °С/м создавали за счет охлаждения воды в одном конце лотка и нагрева в противоположном. Температуру в месте нахождения рыб измеряли ртутным термометром с ценой деления шкалы 0.2 °С.

Погрешности при определении избираемой температуры возникали из-за неточности самого термометра, особенностей конструкции используемой установки, метода измерения температуры, подвижности рыб, математической обработки результатов измерения. Первую определяли как половину цены деления шкалы, вторую связывали с нестабильностью градиента по времени из-за колебания температуры воздуха и периодического включения холодильника и нагревателя. Так как у рыб наблюдается некоторая инерционность реакции на изменение среды, значение температуры в месте их нахождения оказывается „размытым“. Эту погрешность оценивали как среднюю разность по модулю соседних по времени температур, измеренных в центре каждого отсека через 2-часовые интервалы.

При визуальном определении местоположения рыбы и последующем измерении температуры в данной точке мы на самом деле имеем не точку, а некоторое пространство, где существует как горизонтальный, так и незначительный вертикальный температурный градиент. Границы такого пространства определить довольно сложно. Согласно Реуттеру и Гердендорфу [6], за местоположение рыбы был принят весь объем отсека, а температуру измеряли в его центре. При таком методе измерения избираемой температуры возникает погрешность, которую оценивали как среднеквадратическую разность между температурами в центре и в любой другой точке отсека. Количественную величину данной погрешности вычисляли по результатам измерения температуры в 27 точках (по 9 — у поверхности, в толще и у дна) каждого из 3 отсеков установки: 2 крайних и 1 среднем.

Часто для экономии времени в опытах использовали не одну, а одновременно несколько рыб [2-4, 6]. Тогда возникала погрешность, связанная с подвижностью последних и обусловленная тем, что для определения координат каждой из них требуется некоторое время (например, для 9 лещей необходимо от 10 до 20 с), в течение которого часть их может изменить свое местоположение. Данную погрешность оценивали по разнице температур в визуально зарегистрированных и определяемых по фотоснимкам координатах рыб.

Статистическая погрешность появляется тогда, когда избираемая температура вычисляется как средняя из нескольких ее измерений: у отдельных особей из группы рыб, либо у одной рыбы через определенные интервалы времени. Погрешность в данном случае оценивали как ошибку средней [1].

Источники и величина погрешностей
при определении температуры, избираемой рыбами
в установке с горизонтальным термоградиентом, °С

Источник	1 измере- ние/сут		8 измере- ний/сут		Погрешность
	1 рыба	9 рыб	1 рыба	9 рыб	
Термометр	0.1	0.1	0.1	0.1	Систематическая
Нестабильность термоградиента	0.3	0.3	0.3	0.3	»
Метод измерения	0.9	0.3	0.3	0.1	Случайная
Подвижность рыб	—	0.3	0.3	0.1	»
Осреднение	—	0.2	—	0.1	»
Идеализация	—	—	0.3	0.3	»
Общая погреш- ность	0.9	1.2	1.2	0.8	»

Если осреднение результатов производится за до-
вольно длительный срок, то может оказаться, что
избираемая температура в течение этого времени за-
кономерным образом меняется. Например, при суточ-
ном ритме, когда динамический процесс заменяется
статическим, возникает погрешность идеализации; ее
вычисляли как ошибку среднесуточной избираемой
температуры, вычисленной из средних температур
каждого измерения, произведенного на группе особей
или на одной рыбе в нескольких повторностях.

Количественные значения каждой погрешности при-
ведены в таблице. Общую погрешность определения
избираемой температуры вычисляли по формуле [5]

$$E = Z \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^k Q_i^2 + \sum_{j=1}^m S_j^2}$$

где Q_i — систематические погрешности, S_j — слу-
чайные погрешности, Z — значение критерия Стю-
дента, отвечающее вероятности P для числа степеней
свободы $\eta = n - 1$, а n равно количеству рыб, умно-
женному на число измерений. Так как доля случайной
составляющей в общей погрешности значительно пре-
вышает долю систематической, при увеличении числа
измерений общую погрешность можно существенно
уменьшить. Так, при одноразовом измерении избирае-

мой температуры одновременно у 9 рыб общая погрешность равна ± 1.2 °С для $P = 0.95$, а при измерении 8 раз в сутки она снижается до ± 0.8 °С. Однако ее уменьшение может произойти за счет не только увеличения числа измерений, но и совершенствования конструкции установки и метода измерения температуры.

В заключение необходимо отметить, что при всем многообразии конструктивных особенностей термоградиентных приборов, методов регистрации положения рыб и измерения температуры, основные источники погрешностей и методы их оценки будут такими же, как в данной работе, хотя количественная их величина может быть иной.

Литература

1. Лакин Г.Ф. Биометрия. М., 1980.
2. Лапкин В.В., Свирский А.М., Сопов Ю.Н. Избираемая температура и температура акклимации // Зоол. журн. 1979. Т. 58, вып. 11.
3. Лапкин В.В., Свирский А.М., Голованов В.К. Возрастная динамика избираемых и летальных температур рыб // Зоол. журн. 1981. Т. 60, вып. 12.
4. Поддубный А.Г., Голованов В.К., Лапкин В.В. Сезонная динамика избираемых температур рыб // Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. Л., 1978.
5. Рабинович С.Г. Погрешности измерений. Л., 1978.
6. Reutter J.M., Herdendorf C.E. Laboratory estimates of the seasonal final temperature preferences of some lake Eria fishes // Proc. 17-th Conf. Great Lakes Res. Hamilton, 1974. Pt. 1.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН

ПАМЯТИ
НИКОЛАЯ АНДРЕЕВИЧА ДЗЮБАНА

27 мая 1989 года умер видный гидробиолог нашей страны Николай Андреевич Дзюбан.

Н.А. Дзюбан родился 9 августа 1910 г. в г. Херсоне. В 1935 г. он окончил Мосрыбвуз, а в 1939 — аспирантуру под руководством Н.С. Гаевской и защитил кандидатскую диссертацию. С 1939 по 1952 г. Николай Андреевич — преподаватель, зав. кафедрой, декан факультета в Херсонском педагогическом институте. Именно здесь, в Херсоне, наряду с большими педагогическими способностями Н.А. Дзюбан проявил себя и как организатор науки. Под его руководством был создан научно-исследовательский стационар по изучению кормовой базы рыб Днепробугского лимана, а также биологии и продуктивности выреза.

С 1952 г. Н.А. Дзюбан перешел на научно-исследовательскую работу. В 1952–1955 гг. он заведовал гидробиологической лабораторией Отделения ГосНИОРХ в г. Волгограде, где занимался изучением формирования зоопланктона и зообентоса Цимлянского водохранилища. В 1955 г. И.Д. Папанин пригласил его наряду с другими видными биологами страны на биологическую станцию АН СССР „Борок“ в качестве старшего научного сотрудника. Вместе с Ф.Д. Мордухай-Болтовским им была создана лаборатория зоопланктона и зообентоса, где изучался биологический режим Рыбинского водохранилища и других водоемов Волжского каскада. В этот период сложилась научная концепция закономерности формирования фауны долинных водохранилищ, положившая начало многолетней серии работ по зоогеографическим особенностям водоемов бассейна Волги.

В 1957 г. И.Д. Папанин предложил Н.А. Дзюбану организовать и возглавить Биологическую станцию ИБВВ АН СССР на Куйбышевском водохранилище. На посту директора раскрылся талант Николая Андреевича как ученого и организатора научных исследований. За короткий срок он создал материальную базу станции: были построены лабораторный корпус, хозяйственные здания, жилые дома, лаборатории осна-

щены современным оборудованием, подобраны научные и научно-технические кадры. Очень скоро Биологическая станция и ее директор приобрели известность и завоевали авторитет теоретическими и прикладными работами.

В гидробиологической и ихтиологической науке Николай Андреевич придавал большое значение изучению дрейссены, которая в условиях водохранилищ развивалась в огромных количествах и заселяла гидротехнические сооружения, что приводило не только к помехам, но и авариям на ГЭС. За разработку метода борьбы с дрейссеной Н.А. Дзюбан в 1969 г. был удостоен серебряной медали ВДНХ СССР.

Особый научный интерес для Николая Андреевича представлял вопрос о расселении на юге северных зоопланктонных форм в связи с образованием после зарегулирования глубоких озеровидных приплотинных плесов. К этой теме, дополняя ее новыми данными, ученый обращался неоднократно, что было связано с большим гидростроительством в стране.

Н.А. Дзюбан — один из авторов проекта создания крупного прудового хозяйства в Сусканском заливе Куйбышевского водохранилища. В 1968 г., впервые в истории изучения Волги, Николай Андреевич организовал в Тольятти Первую Всесоюзную конференцию по изучению Волги и водоемов ее бассейна (Волга-1). Затем подобные конференции стали традиционными. Высокий научный уровень и актуальность исследований, проводимых на Куйбышевской биологической станции под руководством Н.А. Дзюбана, позволили в дальнейшем на базе этой станции создать Институт экологии Волжского бассейна АН СССР.

В 1974 г. Н.А. Дзюбан вместе с Г.Г. Винбергом организовали гидробиологический отдел в системе Гидрометслужбы, и Николай Андреевич заведовал таким отделом в Тольяттинской ГМС до 1988 г.

Н.А. Дзюбан — автор более чем 60 работ, в том числе в зарубежных изданиях, по зоопланктону и другим вопросам гидробиологии, почетный член ВГБО, до последних дней жизни — член Ученого совета и научный консультант Института экологии Волжского бассейна АН СССР.

Широкий круг интересов, доброе отзывчивое сердце всегда привлекали людей, особенно молодежь, к Н.А. Дзюбану. Все, кто близко знал Николая Андреевича, хранят о нем светлую память.

Н.А. Изюмова

Всесоюзная школа-семинар по экологической и эволюционной иммунологии и гематологии.....	3
Генкал С.И., Кузьмина А.Е. Новый вид <i>Stephanodiscus chantaicus</i> Genkal et Kuzmina (<i>Bacillariophyta</i>)	6
Небесный В.Б., Дубына Д.В., Шеляг-Сосонко М.Р. Аккумуляция стронция тростником южным в устьевых областях рек Северного Причерноморья	9
Мыльников А.П. Строение клеток жгутиконосца <i>Cercomonas activus</i> (<i>Cercomonadida</i>)	14
Жариков В.В., Ротарь Ю.М. Состав фауны свободноживущих инфузорий Куйбышевского водохранилища.	19
Семерной В.П., Костромская О.В. Малощетинковые черви водоемов Чирчик-Ангренского бассейна (Узбекская ССР)	31
Гагарин В.Г., Акопян С.А. Экологический обзор фауны свободноживущих нематод озера Севан	36
Ривьер И.К., Жгарев Н.А., Крылов А.В. Вспышка развития коловраток в первую половину зимы в озере Неро	39
Буторина Л.Г. К размерной характеристике латентных яиц <i>Polyphetus pediculus</i> (L.), <i>Cladocera</i>	44
Соколова Г.А., Ковалькова М.П. Хирономиды водоемов Урала	48
Скальская И.А. Влияние температуры и концентрации взвесей на активность фильтрации мшанки <i>Plumatella fungosa</i> Pall. (<i>Phylactolaemata</i>)	53
Кузьмина В.В., Извекова Г.И. Влияние температуры на кинетические характеристики сахаразы слизистой кишечника рыб	58
Голованова И.Л., Кузьмина В.В., Попов А.В. Полиморфизм белков сердечной мышцы леща <i>Abramis brama</i> (L.)	63
Слынько Ю.В. Полиморфизм мышечных изоферментов карповых рыб СССР. II. Пероксидаза (ПО, К.Ф. 11.1.7).....	69
Генкал С.И., Корнева Л.Г. Простой способ оценки численности диатомовых водорослей с помощью ТЭМ	78
Свирский А.М., Терещенко В.Г. Точность определения температуры, избираемой рыбами в установке с горизонтальным термоградиентом	85
Некролог. Памяти Николая Андреевича Дзюбана	89

The All-Union school-seminar on ecological and evolutionary immunology and hematology	3
Genkal S.I., Kuzmina A.Ye. A new species of <i>Stephanodiscus chantaicus</i> Genkal et Kuzmina (<i>Bacillariophyta</i>)	6
Nebesny V.B., Dubyna D.V., Shelyag-Sosonko Yu.R. Accumulation of strontium by reed in river estuaries of the Northern Black Sea area	9
Mylnikov A.P. Cell texture of flagellate <i>Cercomonas activus</i> (<i>Cercomonadida</i>)	14
Zharikov V.V., Rotar Yu.M. Composition of the fauna of free-living infusoria in the Kuibyshev reservoir	19
Semernoy V.P., Kostromskaya O.V. Oligochaeta in reservoirs of the Chirchik-Angrensky basin (the Uzbek SSR)	31
Gagarin V.G., Akopyan S.A. An ecological review of the fauna of free-living nematodes of the Sevan lake	36
Rivier I.K., Zhigarev N.A., Krylov A.V. Mass development of Rotatoria during the first half of winter in the Nero lake	39
Butorina L.G. To the dimensional characteristic of latent eggs of <i>Polyphemus pediculus</i> (L.), <i>Cladocera</i>	44
Sokolova G.A., Kovalkova M.P. Chironomids in waterbodies of the Urals	48
Skalskaya I.A. The impact of temperature and suspension concentration on the filtration activity of <i>Plumatella fungosa</i> Pall. (<i>Phylactolaemata</i>)	53
Kuzmina V.V., Izvekova G.I. The effect of temperature on kinetic characteristics of saccharase in mucosa of the fish intestine	58
Golovanova I.L., Kuzmina V.V., Popov A.V. Polymorphism of muscular isoenzymes of the USSR Cyprinidae <i>Abramis brama</i> (L.)	63
Slyuko Yu.V. Polymorphism of muscular isoenzymes of the USSR Cyprinidae. II. Peroxidase (PO, C.F. 1.11.1.7)	69
Genkal S.I., Korneva L.G. An easy method for estimation of diatom algae abundance with the help of TEM	78

Svirsky A.M., Tereshchenko V.G. Accuracy of determination of temperature selected by fishes in the installation with a horizontal thermogradient	85
Obituary. To the memory of Nikolai Andreevich Dzyuban	89

Научное издание

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 92

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод

Академии наук СССР

Редактор издательства Л.А. Бабушкина

Технический редактор М.Л. Гофман

Корректор Л.Я. Комм

ИБ № 44723

Подписано к печати 21.02.92. Формат 60 × 90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6.00. Усл.
кр.-отт. 6.25. Уч.-изд. л. 4.73. Тираж 600. Тип. зак.
№ 1820. С 76.

Ордена Трудового Красного Знамени

издательство „Наука“ С.-Петербургское отделение.

199034, С.-Петербург, В-34, Менделеевская лин., 1.

Ордена Трудового Красного Знамени

Первая типография издательства „Наука“.

199034, С.-Петербург, В-34, 9 линия, 12.

**КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА „НАУКА” МОЖНО ПРЕДВАРИТЕЛЬНО
ЗАКАЗАТЬ В МАГАЗИНАХ 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”;
252107 Киев, Татарская ул., 6, магазин „Книга – почтой”;
197345 С.-Петербург, 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”);
370091 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 Самара, пр. Ленина, 2 („Книга – почтой”);
191104 С.-Петербург, Литойный пр., 87;
199034 С.-Петербург, Тамешонный пер., 2;
194064 С.-Петербург, Тихорецкий пр., 4;
220012 Минск, Ленинский пр. 78 („Книга – почтой”);
103009 Москва, ул. Горького, 19а;