

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

1986

69

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
№ 69



ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1986

Academy of Sciences of the USSR
Institute of Biology of Inland Waters
Scientific Council for problems of hidrobiology,
ichthyology and utilization of biological
resources of waterbodies

Biology of Inland Waters
Information Bulletin
№ 69

УДК 577.472(28)

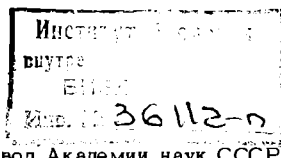
Большинство научных сообщений выпуска посвящено биохимии гидробионтов, в первую очередь рыб. В работах представлены новые данные по фракционному составу гемоглобина, сывороточных белков, свойствам некоторых ферментов и ряд методических вопросов. Кроме того, значительная часть публикуемых работ содержит интересные сведения по морфологии и экологии различных по уровню организации групп гидробионтов (бактерии, высшая водная растительность, беспозвоночные и рыбы).

Ответственный редактор В.И. Лукьяненко
Рецензенты: М.И. Шатуновский, В.Н. Яковлев

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
Информационный бюллетень № 69

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР



Редактор издательства Л.И. Сметанкина
Технический редактор Е.В. Поликтова
Корректор Г.Д. Адейкина

ИБ № 21392

Подписано к печати 21.01.86. М-18516. Формат 60х90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Усл.печ.л. 4.25. Усл.кр.-от 4.5.
Уч.-изд.л. 4.53. Тираж 950. Тип. зак. № 118. Цена 70 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство „Наука“
Ленинградское отделение.
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

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

Б 2001050100-517
042(02)-86 230-86 - I



Издательство „Наука“, 1986 г.

ІУ СОВЕТСКО-АМЕРИКАНСКИЙ СИМПОЗИУМ ПО ВОДНОЙ ТОКСИКОЛОГИИ

Проблема загрязнения водоемов и управления качеством воды давно переросла национальные границы и превратилась в интернациональную. Обоюдная заинтересованность СССР и США в более эффективном решении этой проблемы привела к договоренности о выполнении совместных работ по проекту „Влияние загрязняющих веществ на водные организмы и экосистемы, разработка критериев качества воды“. Институт биологии внутренних вод АН СССР – головное учреждение по этому проекту – уже на протяжении почти 10 лет вместе с американскими специалистами ведет разработку вопросов, преследующих цель научно обоснованно ограничить поступление токсических веществ в водоемы, с тем чтобы сохранить в них необходимое качество воды для нормальной жизни гидробионтов. Эта работа включает выполнение совместных исследований, проведение симпозиумов, на которых специалисты имеют возможность поделиться своими последними результатами, всесторонне их обсудить, наметить перспективы дальнейшей работы.

В период с 30 июля по 1 августа 1984 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР проходил очередной советско-американский симпозиум „Проблемы водной токсикологии, биотестирования и управления качеством воды“, подводящий итоги последних научных достижений в этой области. В работе симпозиума принимали участие 9 известных американских исследователей и советские специалисты – представители 14 учреждений и ведомств по охране водной среды от загрязнения. От обеих сторон было заслушано по 6 докладов.

Выступления советских специалистов посвящены сравнению объемов исследования, методов определения токсичности вод в СССР и США, рассмотрению процессов формирования качества природных вод, вопросам их биоиндикации и биотестирования промышленных сточных вод на примере работы очистных сооружений Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, физиологическим основам действия закисления водной среды на рыб и кормовые организмы. Рассматривалась также система оптимизации водоохранных мероприятий в СССР.

Особый интерес вызвало сообщение Г.А. Виноградова о физиологических механизмах действия закисления среды на водных животных, поскольку проблема закисления окружающей среды в настоящее время превращается в глобальную проблему, требующую серьезного рассмотрения и разработки природоохранных мер. Особенно остра она для северных регионов США, где все в большем объеме выпа-

дают кислотные дожди, наносящие большой ущерб не только рыбным ресурсам Северной Америки и Канады, но и сельскому и лесному хозяйству. В докладе А.М.Бейма продемонстрированы принципы работы очистных сооружений целлюлозно-бумажного комбината на оз.Байкал, показана высокая эффективность очистки. Сообщение было внимательно выслушано американской стороной и вызвало много вопросов.

Американские специалисты рассказали о роли атмосферного переноса устойчивых загрязняющих веществ на большие расстояния, в результате чего на некоторых участках нетронутой природы создаются зоны повышенного загрязнения; о токсичности и опасности для водоемов новых загрязняющих веществ; о важности использования поведенческих реакций животных для определения опасных концентраций токсикантов; о контроле за поступлением фосфора в одно из Великих озер – оз.Эри. Два доклада посвящены метаболизму аммония в организме рыб. Основное сообщение сделал известный канадский физиолог Д.Рэндалл, в работе которого даны современные представления о путях и возможностях приспособления рыб к аммонии и о взаимном влиянии двух антропогенных факторов, кислотного и аммонийного.

В докладе В.Шаулиса продемонстрированы пути спасения оз.Эри от влияния фосфора, высокое содержание которого в недавнем прошлом превратило его в почти мертвый водоем. Советские специалисты были ознакомлены с комплексом мероприятий, позволившим в значительной мере восстановить чистоту вод озера и возродить в нем биологическую продуктивность.

После заслушивания докладов была проведена общая дискуссия, на которой ученые обменялись мнениями по затронутым вопросам и наметили перспективы дальнейших исследований. Симпозиум, проходивший в обстановке взаимопонимания, способствовал сближению взглядов специалистов СССР и США по вопросам охраны водоемов от загрязнения и более эффективному решению задач, стоящих перед учеными обеих стран.

Б.А. Ф л е р о в

О МЕРАХ, ПРИНИМАЕМЫХ КОМИССИЕЙ ЯРОСЛАВСКОГО ОБЛИСПОЛКОМА, ПО ОХРАНЕ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

В марте 1984 г. состоялось расширенное заседание Комиссии, на котором обсуждались вопросы охраны и воспроизводства животных и растений, занесенных в Красную книгу РСФСР, а также видов, находящихся на грани исчезновения и нуждающихся в охране.

В последние годы на территории области существенно улучшилась работа по охране и защите редких и полезных животных и растений: организован Устьевский выхухольевый заказник в Ростов-

ском районе и Сотинский боброво-выухолевый – в Любимском; специальными решениями облисполкома полностью запрещена охота на многих млекопитающих и птиц, находящихся под угрозой исчезновения; взяты под охрану 25 видов декоративных и лекарственных растений; запрещена продажа на рынках частными лицами диких птиц, кож и шкурок диких зверей без государственного клейма; особыми правилами регламентируются охота, рыбный промысел и любительское рыболовство как по видам объектов добычи, так и по фенологическим срокам; специальными органами и силами общественности ведется борьба с браконьерством.

Установлено, что в пределах области под угрозой исчезновения и нуждающихся в охране находятся более 20 видов животных и около 50 видов растений.

Обсужден ряд вопросов, связанных с нарушениями установленных норм деятельности отдельных предприятий, организаций и хозяйств, наносящих вред животным и растениям. Это – производственные сбросы, применение ядохимикатов и удобрений, а также несоблюдение технологии вспашки почв и уборки посевов без отпугивающих приспособлений. Особо отмечалось вредное влияние ежегодных выжиганий сухих трав на лесных полянах, вокруг болот и озер и стерни на посевных полях.

Решением Комиссии намечены меры, направленные на улучшение охраны животных и растений, на изучение их биологии, условий воспроизводства и мест обитания. Утвержден перечень 7 видов животных, внесенных в Красную книгу РСФСР, и 29 видов млекопитающих, птиц и рыб, нуждающихся в охране. Кроме того, утвержден список из 12 видов животных, на которых запрещена охота. Такие же списки составлены для 50 видов реликтовых, лекарственных, декоративных, пищевых и хозяйственно-ценных растений.

Наш институт внес предложение включить в перечень видов, находящихся на грани исчезновения, европейского хариуса – *Thymallus thymallus* (L.), а зону его обитания объявить заповедной. Наличие хариуса в составе ихтиофауны Верхней Волги отмечено давно. Одним из первых об этом писал Н. Варпаховский в 1886 г. (цит. по: [1]), ограничив распространение этого вида районом г. Андропова. Позже подобные сообщения делались многими авторами. Часть ученых отрицала возможность обитания хариуса южнее г. Андропова, и особенно в правобережных притоках Волги.

Сотрудниками ихтиологической лаборатории Института биологии внутренних вод АН СССР в процессе обследования малых озер Ярославской области в 1983 г. было поймано около 50 особей этого вида в верхних притоках р. Могзы (бассейн р. Которосли), в частности в речках Кеде, Имбушке и Хотенке, протекающих по территории Борисоглебского района. Вполне возможно, что хариус водит-ся и в других подобных речках.

Это небольшие родниковые речки, протекающие по каменисто-песчаным руслам. Их поймы обычно заняты густыми зарослями кустарников и смешанных лесов. Порожистые участки с быстротоками перемежаются расширениями и омутами с заиленным дном.

Многие участки русел труднопроходимы из-за паводковых наносов, валежника и крупных валунов. Паводковые потоки несут много взвеси и лесной органики. В зимнее время ледостав не сплошной; на быстротоках остаются „отдушины“, способствующие аэрации воды.

Вместе с хариусом здесь водятся массовые виды гольцов и гольянов. Реже встречаются ельцы, укляя, мелкая плотва и щука. Разнообразна и обильна фауна беспозвоночных, свойственных родниковым речкам. В прибрежных зарослях много различных насекомых, несомненно потребляемых хариусом.

Реликтовая популяция хариуса интересна как в фаунистическом, так и в рыбохозяйственном аспектах. Она немногочисленна и, вероятнее всего, ее воспроизводство идет в очень жестких условиях из-за непостоянства объема стока в разные годы, что усугубляется антропогенным воздействием на водоем. Кроме того, высокая численность гольцов и гольянов (рыб-икреодов) отрицательно влияет на выживание икры и ранней молоди хариуса, а в дальнейшем создаются условия обостренной пищевой конкуренции. И наконец, старшие возрастные группы поедаются щукой и вылавливаются местными рыболовами.

Очевидно, необходима комплексная мелиорация, направленная как на ограничение негативных влияний внутри самой экосистемы, так и на исключение отрицательного воздействия антропогенных факторов.

С рыбохозяйственной точки зрения популяция хариуса должна рассматриваться и как естественный индикатор качества воды тех источников, которые в перспективе могут использоваться для развития в области нового направления рыбозаведения – холодноводного. Его высокая эффективность доказана опытом многих хозяйств в нашей стране и за рубежом.

Перечисленные обстоятельства изложены в письме Института биологии внутренних вод АН СССР, которое передано в Комиссию облисполкома по охране окружающей среды, где нашло одобрение и поддержку.

Л и т е р а т у р а

1. Б е р г Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран, Л., 1932. 543 с.

А.И. Г о н ч а р о в

556.555.6 : 579-19 (285.2) + 579.68 (285.2)

А.Н.Б у т о р и н

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ТЕМНОВОЙ АССИМИЛЯЦИИ УГЛЕКИСЛОТЫ МИКРОФЛОРОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛЕНКИ ИЛОВ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Способность иловой микрофлоры к ассимиляции свободной и слабосвязанной углекислоты была отмечена Ю.И.Сорокиным [6]. Однако разграничение роли хемосинтеза и гетеротрофной ассимиляции углекислоты в этом процессе представляется затруднительным. Как отметил В.И.Романенко [2], преобладание того или иного процесса зависит от конкретных условий водоема. Поэтому темновая ассимиляция углекислоты бактериофлорой ила "... является суммарной величиной гетеротрофной ассимиляции и хемосинтеза" [2, с.139]. Эту суммарную величину мы и понимаем под "активностью" микрофлоры ила. Вопрос сезонной динамики темновой ассимиляции углекислоты микрофлорой донных отложений практически не разработан. Ю.И.Сорокин [6] попытался определить величину хемосинтеза в илах Рыбинского водохранилища при разной температуре. Сезонные полевые исследования подобного плана на Рыбинском водохранилище проводятся впервые.

Нами определена активность микрофлоры "поверхностной пленки" илов Рыбинского водохранилища в период с мая по сентябрь 1981 г. и с февраля по сентябрь 1982 г. на четырех стандартных станциях: Колрино, Молога, Наволок и Средний Двор. Грунт отбирали стратометром. С поверхности ненарушенных колонок грунта пилеткой собирали слой толщиной 2-3 мм, принимаемый нами за "поверхностную пленку" ила. Пробы грунта объемом 1 см³ вносили в темные склянки объемом около 2 см³ и доливали изотопом до пробки. Количество внесенного изотопа рассчитывали исходя из заранее известного объема склянки. Пробы инкубировали сутки при температуре водоема. Дальнейшие операции и расчеты по определению величины темновой ассимиляции углекислоты проводили согласно стандартной методике [3]. Нами в придонной воде определены также температура с помощью термистора и концентрация кислорода по методу Винклера, как факторы, оказывающие существенное влияние на интенсивность микробиологических процессов в донных отложениях.

1981 и 1982 гг. заметно различались по метеорологической обстановке. В течение вегетационного сезона 1981 г. стояла жаркая безветренная погода, что отразилось на температурном и кислородном режиме водоема. Вода в водохранилище была прогрета до дна. Максимальный прогрев водной толщи отмечался в августе. В течение всего сезона в придонной воде сохранялись аэробные условия, несмотря на то, что концентрация кислорода здесь была довольно низкая, а в июле-августе снизилась особенно (см. таблицу).

1982 г. был более ветреным и менее жарким. Водная толща была прогрета несколько слабее и концентрация кислорода в придонной воде была выше, чем в 1981 г. Однако максимальный прогрев и минимум растворенного кислорода приходились также на июль-август (см. таблицу).

Средняя за сезон величина темновой ассимиляции углекислоты микрофлорой „поверхностной пленки“ илов в 1981 и 1982 гг. была приблизительно одинакова. В 1981 г. активность микрофлоры в течение сезона постепенно повышалась и достигала максимума в августе, после чего снижалась (см. таблицу). В 1982 г. картина была несколько иной: наблюдали два приблизительно равных максимума темновой ассимиляции углекислоты микрофлорой ила – в мае и августе. В сентябре активность микрофлоры снижалась. Минимум активности наблюдался в июне.

Исследования, проведенные в феврале-марте 1982 г. по определению активности микрофлоры ила, показали, что в подледный период микрофлора ила менее активна, чем летом, в 2.5–3 раза (см. таблицу). Снижение активности микрофлоры в марте и резкое увеличение ее в мае позволяют предположить, что в ранневесенний период максимум активности микрофлоры может существовать. Однако по времени он, по-видимому, нестабилен и во многом зависит от конкретных метеорологических условий года, а следовательно от прогрева илов. В течение 2 лет в динамике активности микрофлоры стабильно наблюдался позднелетний (август) пик (см. таблицу), который по времени совпадает с максимальным прогревом водной

Гидрохимическая характеристика придонного слоя воды
и темновая ассимиляция углекислоты микрофлорой илов
Рыбинского водохранилища (среднее по четырем станциям)

Месяц	Температура, °C	Содержание O_2 , мг/л	Темновая ассимиляция, мкг C/см ³
1981 г.			
Май	7.5±3.3	4.75±0.79	0.68±0.32
Июнь	11.1±1.6	4.57±0.48	1.30±0.91
Июль	17.8±0.2	2.42±0.38	1.39±0.82
Август	22.4±0.6	2.78±0.64	1.70±1.14
Сентябрь	18.1±1.0	4.13±0.48	1.17±0.14
1982 г.			
Февраль	0.4±0.2	5.77±1.13	1.02±0.92
Март	0.2±0.1	3.63±1.43	0.68±0.50
Май	8.3±1.6	8.30±0.30	1.85±1.45
Июнь	11.8±0.3	8.40±0.30	0.68±0.22
Июль	18.2±1.9	6.75±0.65	1.43±1.04
Август	18.2±0.6	6.55±0.25	1.95±0.91
Сентябрь	13.0±0.6	8.50±0.70	1.11±0.78

толщи и может быть объяснен оседанием на дно органического вещества отмерших водорослей.

Полученные данные согласуются с данными по динамике общей численности бактерий и деструкционных процессов в илах Рыбинского водохранилища [1, 4, 5].

Таким образом, ход изменений активности ассимиляции углекислоты микрофлорой „поверхностной пленки“ ила отражает общую динамику микробиологических процессов в илах Рыбинского водохранилища.

Л и т е р а т у р а

1. Д з ю б а н А.Н. Микробиологические процессы деструкции органического вещества в донных отложениях внутренних водоемов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1983. 24 с.
2. Р о м а н е н к о В.И. Потенциальная способность микрофлоры иловых отложений к гетеротрофной ассимиляции углекислоты и к хемосинтезу. — Микробиология, 1964, т. 33, вып. 1, с. 134–139.
3. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: Лабораторное руководство. Л., 1974. 194 с.
4. Р о м а н е н к о В.И., Р о м а н е н к о В.А. Деструкция органического вещества в иловых отложениях Рыбинского водохранилища. — В кн.: Физиология водных организмов и их роль в круговороте органического вещества. Л., 1969, с. 24–31.
5. Р о м а н е н к о В.И., Р о м а н е н к о В.А. К методике определения численности бактерий в иловых отложениях водоемов. — Микробиология, 1971, т. 40, вып. 5, с. 912–915.
6. С о р о к и н Ю.И. Роль хемосинтеза в продукции органического вещества в водохранилищах. — Микробиология, 1958, т. 27, вып. 2, с. 206–213.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 576.851.55 : 577.472 (282.247.41)

А.Н. Д з ю б а н, А.С. Д а у к ш т а

ЧИСЛЕННОСТЬ МАСЛЯНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В ИЛАХ С РАЗЛИЧНЫМ СОСТАВОМ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Литературные сведения о численности отдельных видов маслянокислых бактерий из рода *Clostridium* в илах водоемов практически отсутствуют. Имеющиеся результаты по учету *Cl. pasteu-*

rianum на безазотистой среде Виноградского, как показали последние исследования [2, 5], являются заниженными на 2-4 порядка. Поэтому представляло интерес дальнейшее изучение этой важной группы „первичных бродильщиков“, и в частности, влияние на их численность состава органического комплекса различных илов.

Работу проводили на Рыбинском водохранилище и на оз. Доткас в Латвийской ССР в октябре 1982 г. Оба водоема расположены в близких географических зонах со сходными климатическими условиями. Их водная толща в течение всего вегетационного периода постоянно перемешивается (голомиксия), в результате чего придонные слои снабжаются растворенным кислородом. В высокоевтрофном оз. Доткас, площадь которого 23 га и средняя глубина лишь 2.5' м, черные мелкодетритные илы равномерно покрывают почти все ложе. В огромном Рыбинском водохранилище донные отложения весьма пестры - от песков до серых и торфянистых илов. Это позволило сравнить состав микрофлоры в контрастных по физико-химическим характеристикам донных отложениях.

Оба водоема были довольно подробно обследованы ранее [1, 4], поэтому основное внимание мы уделили изучению донных отложений. В свежееотобранной пробе рассчитывали влажность и объемную массу грунтов. Содержание общего углерода (С), азота (N) и водорода (H) определяли на газохроматографическом CNH-анализаторе, карбонаты - отгонкой в щелочь [3]. Общее количество бактерий подсчитывали на мембранных фильтрах с размером пор 0.4 мкм. Аэробную сапрофитную микрофлору выращивали на стандартной среде (РПА), маслянокислые бактерии - на обогащенных средах с различными углеводами [2]. При этом на среде с глюкозой учитывается численность *Cl. pasteurianum*, на среде с крахмалом - *Cl. butyricum*, а на кукурузном затопе - *Cl. acetobutylicum*. Для учета численности спор сапрофитов, растущих на РПА, и маслянокислых бактерий посевной материал пастеризовали 15 мин при 80 °C.

В оз. Доткас пробы илов отбирали в центре водоема на максимальной глубине. Черный мелкодетритный ил озера обладал очень высокой влажностью и низкой объемной массой (табл. 1). В Рыбинском водохранилище пробы отбирали на стандартных станциях, из которых для сравнения взяты три, наиболее контрастные по характеру отложений. В районе затопленного г. Мологи на бывшем речном русле скапливаются мелкодисперсные серые илы с влажностью до 80%; в центральном участке у затопленного с. Наволок формируются торфянистые илы полужидкой консистенции; в западной части водохранилища против пос. Брейтово грунты представлены плотными суглинками и песками с низкой влажностью и высокой объемной массой (табл. 1).

Химический анализ выявил еще более резкие различия между изучаемыми отложениями. Илы оз. Доткас наиболее богаты органическим веществом. Причем не только валовое содержание углерода и азота, но и соотношение этих элементов показывает, что отложения в озере постоянно пополняются автохтонными органическими

Т а б л и ц а 1

Общая характеристика отложений оз. Доткас и Рыбинского водохранилища

№ стан-ции	Водоем	Участок	Характеристика отложений		
			внешний вид	влаж-ность, %	объемная масса, г/см ³
1	Оз. Доткас	Центр	Мелкодетрит-ный черный ил	92.4	1.0
2	Рыбинское водохрани-лище	У затоп-ленного г. Мологи	Серый ил	79.4	1.1
3		У с. Наво-лок	Торфянис-тый ил	85.0	1.0
4		У пос. Брейтово	Суглинок	20.1	1.7

соединениями (табл. 2). Самое низкое значение С/Н свидетельствует о высокой степени их восстановленности.

Грунты водохранилища содержат значительно меньше органического вещества. По химическому составу к озерным илам наиболее близки мелкодетритные отложения русловых участков, в которых, судя по довольно низким показателям С/Н и С/Н, отмечается накопление легкоусвояемых веществ. Торфянистые грунты по содержанию органического углерода даже превосходят серые илы этих участков, однако концентрация соединений азота в них низка, а соотношение С/Н достигает 20. Следовательно, торфяники явно перегружены трудноминерализуемыми веществами типа „лигнино-гумус“, малодоступными бентосным организмам. В глинистых отложениях содержание всех главных компонентов органического комплекса оказалось низким, а максимальный для обследованных грунтов показатель С/Н свидетельствует о высокой степени окисленности органических соединений (табл. 2).

Количественным и качественным различиям химического состава грунтов отвечают различия в их бактериобентосе. Общее число бактерий в различных отложениях обследованных водоемов соответствовало в целом содержанию в них органического вещества (табл. 2). Максимальным оно оказалось в оз. Доткас, а в Рыбинском водохранилище было в 3–10 раз ниже. Минимальная плотность бактериобентоса отмечена в минерализованных глинистых грунтах.

Численность аэробной сапрофитной микрофлоры, учитываемой на РПА, отражает обеспеченность исследуемых биоценозов легкоусвояемыми соединениями. В илах оз. Доткас количество сапрофитов достигало 4.5 млн. кл./см³ и лишь 11% из них составляли споры.

Т а б л и ц а 2

Химическая и микробиологическая характеристика илов
оз. Доткас и Рыбинского водохранилища

№ стан- ции	Химическая характеристика илов, мг/см ³ сырого ила						Численность бактерий в 1 см ³ сы- рого ила
	С		N _{общ}	H _{общ}	C/N	C/H	общее ко- личество, млрд.
	карбо- натный	органи- ческий					
1	0.5	21.3	3.3	4.3	6.5	5.0	6.43
2	0.4	9.3	1.1	1.2	8.5	7.5	2.05
3	0.4	14.5	0.7	1.0	20.0	14.5	1.65
4	0.8	1.1	0.1	0.07	11.0	15.7	0.62

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Численность бактерий в 1 см ³ сырого ила								
№ стан- ции	сапрофиты		Cl. pasteurianum		Cl. butyricum		Cl. acetobutylicum	
	клетки, тыс.	споры, %	клетки, тыс.	споры, %	клетки, тыс.	споры, %	клетки, тыс.	споры, %
1	4500	11	1300	2	7000	2	0.1	10
2	120	45	50	40	60	55	0.01	10
3	60	58	25	50	50	40	1.7	10
4	20	70	5	90	5	90	0	0

В серых илах русловых участков Рыбинского водохранилища, наиболее схожих с озерными, сапрофитов насчитывалось лишь 120 тыс. кл./см³, а в остальных грунтах их численность была еще ниже (табл. 2). Минимальное количество этих бактерий отмечалось в глинистых грунтах, причем 70% составляли споры.

Не менее многочисленны, чем аэробные сапрофиты, в обследованных грунтах анаэробные первичные броуильщики — маслянокислые бактерии. Их максимальная численность наблюдалась в илах оз. Доткас, где преобладали Cl. butyricum и Cl. pasteurianum (табл. 2). Подавляющая их часть находилась в активном вегетативном состоянии и споры составляли не более 2%. Количество бактерий Cl. acetobutylicum здесь чрезвычайно мало.

В донных отложениях Рыбинского водохранилища численность Cl. butyricum и Cl. pasteurianum оказалась к середине октября значительно ниже, чем в оз. Доткас, и от 40 до 90% составляли споры. Однако ацидотрофные бактерии Cl. acetobutylicum в торфянистых илах были довольно многочисленны — 1.7 тыс. кл./см³, т.е. в 17 раз больше, чем в богатых органическими веществами

илах оз. Доткас. В глинистых грунтах маслянокислые бактерии развивались слабо и подавляющая их часть находилась в виде спор.

Как видно, и в илах евтрофного озера, и в грунтах мезотрофного водохранилища среди изученных бактерий рода *Clostridium* доминировали представители *Cl. butyricum*. Эти бактерии сбраживают сложные углеводы типа крахмала, которых, по-видимому, к осени остается в отложениях еще достаточно. Легкоусвояемые сахара, необходимые для *Cl. pasteurinum*, перерабатываются быстрее, и их недостаток может тормозить развитие этих бактерий. Особенности состава органического комплекса обусловлено распространение *Cl. acetobutylicum*, численность которых была низка во всех отложениях, кроме торфянистых илов. Приуроченность этих ацидотрофных бактерий к торфяникам полигуммозных озер отмечалась нами ранее в Эстонской ССР [6]. Кроме общего запаса органических соединений и их состава массовому развитию бродильщиков в илах оз. Доткас благоприятствуют физико-химические условия, в частности низкий окислительно-восстановительный потенциал [1]. Действительно, в озерных отложениях анаэробные бактерии преобладали над аэробными сапрофитами, в грунтах Рыбинского водохранилища наоборот.

Таким образом, результаты нашей работы расширяют сведения о маслянокислых бактериях и показывают, что их численность и распространение отдельных видов в отложениях водоемов в большой степени зависят от количества и качественного состава органического комплекса илов.

Л и т е р а т у р а

1. Д а у к ш т а А.С. Микробиологическая характеристика латвийских озер различных типов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Вильнюс, 1969, 24 с.
2. Д з ю б а н А.Н. Количество маслянокислых бактерий, относящихся к роду *Clostridium*, в иловых отложениях водохранилищ Волги. - Микробиология, 1979, т. 47, вып. 6, с. 1124-1127.
3. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных вод: Лабораторное руководство. Л., 1974. 195 с.
4. Р ы б и н с к о е водохранилище и его жизнь. Л., 1972. 360 с.
5. С а р а л о в А.И., Д а у к ш т а А.С. Фиксация молекулярного азота в озерах Латвийской ССР. - Гидробиол. журн., 1978, т. 14, вып. 6, с. 7-13.
6. С а р а л о в А.И., Д з ю б а н А.Н., К р ы л о в а И.Н. Фиксация молекулярного азота и активность микрофлоры илов некоторых озер Эстонской ССР и Рыбинского водохранилища. - Микробиология, 1980, т. 49, вып. 5, с. 813-820.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

О СОДЕРЖАНИИ БЕСФИТОЛЬНЫХ ПИГМЕНТОВ
В ФИТОПЛАНКТОНЕ

В связи с широким использованием данных по хлорофиллу в гидробиологической практике к методу определения пигментов предъявляются все большие требования. Стандартный спектрофотометрический способ анализа постоянно совершенствуется: получены новые удельные коэффициенты поглощения для хлорофиллов a, b, c и появилась возможность учитывать некоторые продукты их распада (феофитин в сумме с феофорбидом). Однако хлорофилл по-прежнему определяется вместе с хлорофиллидом, поскольку их спектры поглощения практически совпадают. Отсутствие сведений о содержании хлорофиллида не дает возможности оценить погрешности определения хлорофилла.

В цепи синтеза хлорофиллид – непосредственный предшественник хлорофилла. Он связан с белком, но из-за отсутствия фитола лишен активности. В живых растительных клетках хлорофиллид не накапливается и составляет десятые доли процента от хлорофилла [1]. В разрушенных водорослях не исключено возрастание концентрации хлорофиллида наряду с другими производными хлорофилла.

Цель настоящей работы – получить представление об уровне содержания бесфитольных пигментов в пресноводном фитопланктоне и оценить, какую ошибку они вносят в определение хлорофилла.

Пробы фитопланктона для анализа пигментов собирались в 1979 г. с июня по октябрь в прибрежье Волжского плеса и в глубоководной зоне Главного плеса Рыбинского водохранилища из эвфотного (0–2 м) и придонного слоев.

Методика определения хлорофиллида вместе с феофорбидом основана на их свойстве отделяться от хлорофилла в смеси растворителей разной полярности (водный ацетон и петролейный эфир). Метод предложен Вест и Мак-Кинни для определения хлорофиллида в клетках высших растений (цит. по: [2]) и применен в настоящей работе с некоторыми модификациями.

Экстракт пигментов готовится из свежего материала, сконцентрированного на мембранных фильтрах № 6. Для получения достаточного объема вытяжки пигментов все экстракты из одной пробы сливаются вместе и объем замеряется. Часть суммарного раствора пигментов используется на определение концентрации хлорофиллов и каротиноидов, другая часть – на анализ бесфитольных пигментов. Разделение хлорофилла и бесфитольных пигментов проводится в делительной воронке в щелочной среде. На 25 мл водо-ацетонового экстракта добавляется 5 мл петролейного эфира и 2.5 мл 0.02 М NH_4OH . Для предотвращения образования эмульсии при встряхивании к пробе приливается 0.2 мл насыщенного раствора NaCl . После прекращения встряхивания верхний слой петролейного эфира приоб-

Оптическая плотность растворов фитольных и бесфитольных пигментов при 665 нм в фитопланктоне

Дата	Слой воды, м	Общее поглощение	Бесфитольные пигменты	Бесфитольные пигменты, % от общих
Мелководная станция				
7 У1	0-0.5	0.693	0.098	14
14 У1	0-0.5	0.320	0.021	7
21 У1	0-0.5	0.252	0.026	10
28 У1	0-0.5	0.228	0.016	7
2 УIII	0-0.5	0.352	0.050	14
9 УIII	0-0.5	0.116	0.008	7
11 1X	0-0.5	0.406	0.020	5
18 1X	0-0.5	0.039	0.003	8
Глубоководная станция				
6 1X	0-2	0.368	0.011	3
	16-17	0.117	0.011	9
18 1X	0-2	0.240	0.006	2
	16-17	0.100	0.007	7
3 X	0-2	0.215	0.020	9
	16-17	0.211	0.014	7
25 X	0-2	0.351	0.039	11
	16-17	0.088	0.040	45

ретае зелено-желтый цвет за счет перешедших туда хлорофиллов и каротиноидов. Бесфитольные пигменты остаются в нижнем ацетонном слое. Последний осторожно сливается в чистую воронку, и извлечение хлорофиллов повторяется до тех пор, пока верхний слой петролейного эфира станет бесцветным.

Оптическая плотность экстрактов пигментов в ацетоне замеряется на спектрофотометре при длине волны 665 нм и используется как показатель концентрации.

Фитопланктон во всех опытах представлен диатомовыми. Уровень содержания хлорофилла за исследуемый период составляет 2.2-39.6 мкг/л в прибрежье и 5-21 мкг/л в глубоководной зоне. Такие данные типичны для Рыбинского водохранилища.

Оптическая плотность экстрактов суммы пигментов из фитопланктона прибрежной станции изменяется при 665 нм, т.е. в максимуме поглощения хлорофилла „а“, от 0.039 до 0.693 (объем профильтрованной воды 1 л, объем вытяжки 10 мл и длина спектрофотометрической кюветы 2 см). Поглощение бесфитольных пигментов составляет 0.03-0.098, что соответствует 5-14% от общего (см. таблицу).

Для фитопланктона глубоководной станции получены оптические плотности пигментов в пределах 0.088-0.368 до разделения и 0.006-0.04 после разделения. Доля поглощения бесфитольных пигментов от общей оптической плотности в большинстве опытов не превышает

ла 2-11%. Придонная вода по содержанию хлорофиллида почти не отличается от эвфотного слоя. Но тот единственный случай, когда у дна было определено 45% бесфитовых пигментов, заставляет думать о возможности появления значительных их количеств в неосвещенных слоях водоема, особенно осенью.

В целом полученные данные свидетельствуют о том, что бесфитовые пигменты (хлорофиллиды и феофорбиды) в фитопланктоне чаще всего присутствуют в малых количествах (около 10 %), поэтому не могут значительно влиять на оценку хлорофилла стандартным методом.

Л и т е р а т у р а

1. Воробьева Л.М., Быстрова М.И., Красновский А.А. Фитовые и бесфитовые формы пигментов в листьях и гомогенатах. - Биохимия, 1963, т.28, вып. 3, с.524-534.
2. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. М., 1975. 392 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.652 - 593.1

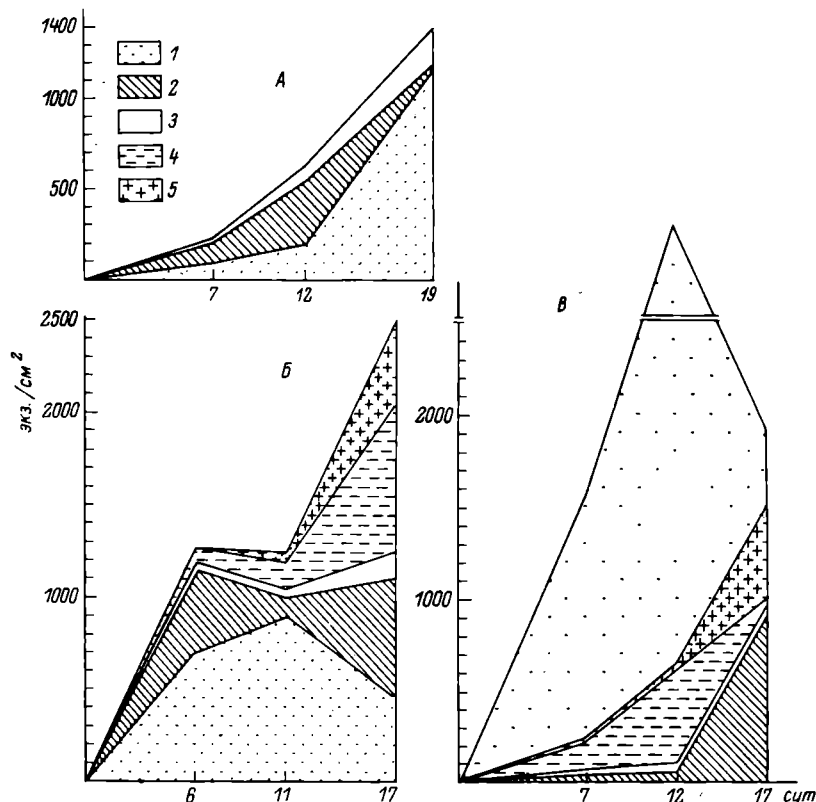
В.А. Золотарев

МИКРОЗООПЕРИФИТОН НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ КАРЕЛИИ. СООБЩЕНИЕ 2. ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

В ходе исследований изучались простейшие в обрастаниях стеклянных пластин, экспонировавшихся в течение 15-19 сут на участках различной трофности озер Пертозеро (ст.1-3) и Вороновская ламба-3 (ст.5).

Ст.1 характеризуется медленным развитием сообщества на субстрате. Отличительными чертами придонного перифитона на ст.1 (рис.1, А) являются: полное отсутствие обычно доминирующего на ранних стадиях развития *Codonosiga botrytis* и замена его бета-мезосапробными видами рода *Salpingoeca*, относительно высокая доля бикозоецид (бета- и альфа-мезосапробы) - 14,3%. В придонном горизонте присутствовали также диатомовые водоросли (главным образом виды рода *Stephanodiscus*) - до 100 экз./см². На пластинках, экспонировавшихся у поверхности, жгутиконосцы встречались редко (до 30 экз./см²), максимальная численность диатомовых водорослей составила 250 экз./см² (40% - виды рода *Stephanodiscus*).

В придонном перифитоне на ст.2 (рис.1, Б) через 11 сут экспозиции по численности преобладали хоанофлагеллаты - *Codonosiga*



Численность жгутиконосцев в обрастаниях на ст. 1 (А), ст. 2 (Б) и ст. 3 (В).

1 - Choanoflagellida; 2 - Kinetoplastida; 3 - Bicosoecida; 4 - Chrysophyta; 5 - Euglenophyta.

На ст. 1 и 2 исследовался придонный горизонт, на ст. 3 - литораль озера.

botrytis (альфа- и бета-мезосапроб) - 900 экз./см², или 78%, и сальпингоециды; через 17 сут доминировали виды рода *Salpingoeca* (70%). Встречались также прикрепленные инфузории рода *Vorticella* (до 400 экз./см²) и *Heliophrya collini* (120 экз./см²), а также диатомовые водоросли (до 400 экз./см²), главным образом виды рода *Stephanodiscus*. У поверхности через 11 сут экспозиции на пластинах встречались воротничковые *Salpingoeca butschli* (140 экз./см²), которые затем были вытеснены *Codonosiga botrytis* (2500 экз./см²). Высокую численность полисапробных видов бодонид (1500 экз./см²), по-видимому, можно объяснить близостью пос. Кончезеро. На этой же станции отмечалось максимальное развитие прикрепленных инфузрий (800 экз./см²).

Ст.3 располагается в литорали озера, наиболее подверженной антропогенному воздействию. Перифитон здесь (рис.1, В) по видовому составу и скорости колонизации субстрата наиболее сходен с обрастаниями Рыбинского водохранилища. На ст.3 зарегистрирована наивысшая численность *C.botrytis* (4600 экз./см²), свободно плавающих инфузорий (200 экз./см²), диатомовых водорослей (около 50 тыс. экз./см²), а также *Stylopyxis mucicola*, повсеместно отмеченного в Карелии (500 экз./см²).

На ст.5 в придонном горизонте перифитон был представлен синезелеными водорослями рода *Spirulina* (330 экз./см²), жгутиконосцы встречались редко (50 экз./см²). У поверхности доминировали хризодитовые водоросли (3500 экз./см²), из воротничковых жгутиконосцев отмечены только сальпингоециды (270 экз./см²), обнаружено несколько редких видов рода *Bicoeca* и *Stokesiella* sp., численность диатомовых водорослей была крайне низкой.

Таким образом, анализ динамики численности двух основных групп зоофлагеллат (воротничковые и бодониды), развивающихся на стеклянных пластинках, позволяет судить о трофности водоема. В основном это олиготрофные водоемы, которые характеризуются относительно низкой численностью жгутиконосцев и замедленной колонизацией субстрата. Как и в мезотрофных водоемах, в начальной фазе обрастания доминировали воротничковые, но с иным соотношением видов: *Codonosiga botrytis* вытеснялась сальпингоецидами, численность воротничковых изменялась более равномерно, без пикообразного „взрыва“. Бодониды – типичные поли- и мезосапробы – в олиготрофных водоемах не имели высокой численности. В пределах одного водоема выделены олиго- и мезотрофные зоны, что указывает на высокую чувствительность методики для биомониторинга.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 581.526.3(285.2)

И.Д.Г о л у б е в а , Т.Л.Ш л а к

ВЫСШАЯ ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЗОНЫ ЗАТОПЛЕНИЯ НИЖНЕКАМСКОЙ ГЭС

Общая площадь Нижнекамского водохранилища составляет около 2750 км². В местах затопления поймы р.Камы, части поймы р.Белой и устьевых участков малых рек (Ика, Ижы, Шенталы и Мензель) образовались мелководные участки, заливы, протоки и большое количество островов.

Изучение растительности пойменных водоемов до создания Нижнекамской ГЭС проводилось нами в 1973–1975 гг. В 1982 г. обследованы Икский и Бельский заливы Нижнекамского водохранилища. На пойме р. Белой и в ее устьевом участке нами обследовано 45 водоемов, на которых отмечено до 70 видов высших водных растений. По своему происхождению водоемы относятся к озерам разлива и старицам, площадью от 0.001 до 0.1 км². Максимальная глубина стариц до 7 м, озер разлива – 2,5 м, грунт илистый и песчано-илистый. Большинство крупных озер левого берега поймы протоками соединялись с р. Белой. В 1974 и 1975 гг. мелкие водоемы разлива пересохли и заросли *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb. Озера с глубиной до 2,5 м на 80% поросли *Nuphar lutea* (L.) Smith и *Nymphaea candida* Presl. Наиболее характерны для бельской поймы озера-старицы, которые протянулись параллельно реке на 1–2 км. Берега их обрывистые, водные растения занимают полосу от 1 до 4 м. Нередко встречаются старицы, на 80% заросшие *Stratiotes aloidea* L. Доминантами растительного покрова водоемов бельской поймы из воздушно-водных растений были *Scirpus lacustris* L., *Sparganium simplex* Huds., *S. erectum* L., *Typha angustifolia* L., *Equisetum fluviatile* L. и др.; из погруженных видов *Elodea canadensis* Michx., *Ceratophyllum demersum* L., *Potamogeton perfoliatus* L.; из плавающих в качестве содоминантов в ассоциациях воздушно-водных растений произрастали *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid., *Hydrocharis morsus-ranae* L. В обширной Иско-Камской пойме нами обследовано 73 озера. Площадь большинства из них достигает 0.05 км², 6 водоемов – свыше 0.1 км². На озерах отмечено 66 видов высших растений. Доминантами растительного покрова были *Scirpus lacustris*, *Glyceria maxima*, *Carex acuta* L., *Butomus umbellatus* L.; из плавающих прикрепленных видов – *Nymphaea candida*, *Nuphar lutea*, *Polygonum amphibium* L.; из погруженных видов часто встречается *Lemna trisulca* L. В данном районе расположено одно из самых крупных болот Татарии – Кулигаш, поросшее *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud. Этот водоем в дальнейшем явится источником расселения на водохранилище видов водно-болотной флоры.

В камской пойме от г. Брежнева до устья р. Ик на обследованных 74 водоемах зафиксировано до 70 видов растений. Доминантами растительного покрова можно назвать *Glyceria maxima*, *Phragmites australis*, *Nymphaea candida*, *Nuphar lutea*, *Stratiotes aloides*, *Elodea canadensis*, *Carex acuta*, *Scirpus lacustris* и др. Значительные площади заняты *Lemna trisulca*, нередко на озерах отмечалась *Salvinia natans* L.

В неширокой (2–3 км) пойме р. Иж находится 31 озеро площадью от 0.005 до 0.5 км² и один водоем – свыше 0.1 км². На них произрастает 62 вида макрофитов. В процессе зарастания водоемов особое значение имеют *Carex acuta* (встречаемость 84%), *Sagittaria sagittifolia* (100%), *Sium latifolium* L. (80%). Виды

Phragmites australis, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris* редко образуют заросли, их встречаемость от 16 до 25%. В этих водоемах богато представлены *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida* с встречаемостью 80 и 54% соответственно. На каждом третьем водоеме в большом количестве отмечен *Stratiotes aloides*. Из погруженных видов зарегистрированы *Ceratophyllum demersum* и *Lemna trisulca*.

В поймах малых рек Шильны и Мензелы, шириной в верховьях до 300 м, в устьевом участке до 1,5 км, некоторые озера сильно пересохли и превратились в низины, поросшие *Glyceria maxima*. Из воздушно-водных видов в качестве доминантов следует отметить *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, из погруженных – *Potamogeton pectinatus* L., который нередко на 50% покрывал дно водоемов.

Таким образом, на озерах зоны затопления Нижнекамского водохранилища отмечен 91 вид высших водных и воздушно-водных растений. По жизненным формам они делятся на 5 групп: воздушно-водные – 73 вида, прикрепленные с плавающими листьями – 4, свободноплавающие – 5, погруженно прикрепленные – 8 и погруженные свободноплавающие – 1. В первой группе доминируют и имеют высокую встречаемость *Glyceria maxima*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Equisetum fluviatile*, *Butomus umbellatus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Carex acuta*. Вторая группа представлена *Nymphaea candida*, *Nuphar lutea*, *Polygonum amphibium*. В третью группу входят *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides*. Доминанты четвертой группы – *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*. Пятая группа представлена *Lemna trisulca*.

Учитывая видовой состав и степень развития высших водных растений на исследуемых водоемах, расположение мелководных участков и заливов на территории Нижнекамского водохранилища, можно предположить, что ход зарастания будет таким же, как и на Куйбышевском водохранилище. Водная растительность начнет развиваться прежде всего по заливам, протокам, среди островов и в районе болота Кулигаш. На начальном этапе образования водохранилища, благодаря богатству вод биогенными элементами и обилию диаспор водных растений на защищенных от ветра мелководьях, создадутся условия для развития свободноплавающих растений – *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*, *Salvinia natans*. Образовавшиеся прибрежные мелководья будут постепенно зарастать наиболее экологически пластичным видом *Typha angustifolia*. На хорошо прогреваемых мелководьях создадутся условия для развития *Alisma plantago-aquatica*, *Sagittaria sagittifolia*, *Typha latifolia* L. Виды *Glyceria maxima*, *Stratiotes aloides*, *Nymphaea candida*, *Nuphar lutea*, входящие в число доминантов пойменных озер, на водохранилище появятся в качестве ценозообразователей лишь че-

рез 10-15 лет, так как существование этих видов связано с содержанием достаточного количества иловых отложений. Как следствие этого происходит изменение химического состава воды.

Данные экспедиционных обследований мелководий Икского залива в 1982 г. подтверждают вышеописанный процесс зарастания Нижнекамского водохранилища. Установлено, что доминантами растительного покрова его мелководий являются водно-болотное широколистное разнотравье: *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Sparganium erectum*, *Iris pseudacorus* L., *Alisma plantago-aquatica*, *Sagittaria satifolia*. Среди затопленного сухостоя - ковры из нитчатых водорослей (много *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrrhiza*). Из рдестов по протокам растут *Potamogeton lucens* L., *P. perfoliatus*. *Phragmites australis* как доминант появится значительно позднее, источником его расселения может явиться болото Кулигаш. Подобный процесс зарастания мелководий отмечался и на других водохранилищах [1-5].

На более поздних этапах существования водохранилища роль основного фактора в определении видового состава растительных сообществ, их площади, распределения и смены растительных ценозов будет принадлежать режиму уровня воды водохранилища.

Если режим уровня на Нижнекамском водохранилище будет относительно постоянным, то более или менее стабильные растительные сообщества сформируются уже через 10 лет. При переменном режиме водоема формирование ценологических комплексов затянется на десятилетия. Растительный покров будет очень пятнист и нередко подавлен. Возможно, возникнут условия, способствующие усиленному расселению гигромезофитов и даже мезофитов, в то время как площади гидрофитов сильно сократятся.

Л и т е р а т у р а

1. Б е л а в с к а я А.П., К у т о в а Т.Н. Растительность зоны временного затопления Рыбинского водохранилища. - В кн.: Растительность волжских водохранилищ. Л., 1966, с.162-189.
2. Г о л у б е в а И.Д. Формирование растительности на мелководьях Куйбышевского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1973. 20 с.
3. И в а н ь к о в с к о е водохранилище и его жизнь. Л., 1978. 304 с.
4. К о р е л ь к о в а И.Л. Растительность Кременчугского водохранилища. Киев, 1977. 198 с.
5. Э к з е р ц е в В.А. Растительность литорали Волгоградского водохранилища на третьем году его существования. - В кн.: Растительность волжских водохранилищ. Л., 1966, с.143-161.

Казанский институт биологии АН СССР

А.Н.Краснова

К МОРФОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ВИДОВ РОДА *ТУРНА* L.
ОЗЕР СЕВЕРО-ДВИНСКОЙ СИСТЕМЫ

В июле-августе 1983 г. мы изучали рогозы на озерах Сиверском, Долгом, Покровском, Зауломском, Пигасово, Вазеринском, Кишемском, Благовещенском и Кубенском, которые входят в Северо-Двинскую систему.

Род *Typha* L. представлен на обследованных водоемах 2 видами – широколистным (*Typha latifolia*) и узколистным (*Typha angustifolia*). Оба вида, как и род в целом, относятся к группе корневищных водно-болотных растений.

Рогоз широколистный – вид с голарктическим плюризональным ареалом, однако, по Мойзелю [6], несколько смвинутым в умеренно теплые области. Вид полиморфный, но существенных морфологических различий нами не выявлено. Особенности строения пестичного и тычиночного соцветия дают возможность предположить о существовании гибридных форм с сибирскими видами. Западные и среднеевропейские формы не обнаружены. Последним свойственно удлинение пестичного соцветия и сужение его в диаметре, что на нашем материале не отмечено.

Встречается на всех озерах, кроме Кубенского, где был отмечен нами на небольшом болоте недалеко от Токшинского залива.

На обследованных озерах ценозов не образует и выступает исключительно в роли ингридиента с проективным покрытием, редко достигающим 5-7%, в ценозах тростника, рогоза узколистного, нарушенных группировках болотной растительности и на сплаvine. Свойственен также вторичным экотопам: канавам, ямам, карьерам. Приурочен к разным грунтам – илистым, торфянистым, песчаным и доходит до глубины 140-150 см. Обычно встречается на глубинах от 0.4 до 1 м.

Рогоз узколистный – более пластичный вид с широким ареалом. Это обуславливает наличие у него некоторых морфологических особенностей по сравнению с типичными формами. Узкоцилиндрическая форма и ржаво-бурая окраска пестичного соцветия, длительная сохранность тычиночного соцветия, наконец, узкая листовая пластинка (0.5-0.7 см) у исследованных экземпляров по сравнению с типичными дают основание считать, что на озерах распространена своеобразная форма, которая напоминает горные формы этого вида, встречающиеся на Кавказе, в Крыму и в Карпатах. Этот вид отмечен нами на 6 озерах и не обнаружен в Вазеринском, Благовещенском и Кубенском. В отличие от предыдущего этот вид – ценозообразователь и формирует почти чистые монодоминантные сообщества с проективным покрытием от 40-50 до 70-80 %. Он часто контактирует с ценозами тростника, в которых более или менее значительна примесь *Glyceria maxima*, *Scolochloa festucacea*, *Scirpus lacustris*.

Наибольшего развития рогоз узколистый достигает на оз. Кишемском, где на заиленных песках образует сплошной пояс, шириной до 15–20 м, на значительном протяжении береговой линии с глубинами 80–100 см. Его проективное покрытие на этом водоеме составляет 70–80%. Единично или небольшими вкраплениями в образованных им сообществах встречаются *Glyceria maxima*, *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*.

Экология и фитоценология рассмотренных видов в общих чертах сходны с таковыми на большей территории европейской части СССР. Так, согласно В.К. Богачеву [2], пионером зарастания на Рыбинском водохранилище выступал рогоз широколистный, который в первые годы затопления удерживал исконные экотопы. Исчезновение его впоследствии этот автор объясняет резкими спадами уровня воды в водохранилище. Л.И. Лисицына [4] для водоемов Верхнего Поволжья в качестве доминанта растительного покрова в первые годы существования Иваньковского, Угличского, Рыбинского, Горьковского водохранилищ и наиболее крупных озер и рек Ярославской и Калининской областей приводит также рогоз широколистный.

Рогоз узколистый более подвижный вид, его заросли характерны для первых этапов зарастания Куйбышевского водохранилища [1]. Ареал формирования рогоза узколистого на территории СССР, по данным А.П. Белавской и Т.Г. Леоновой [1], охватывает лесостепные, степные и пустынные районы, хотя он и встречается на более отдаленных северных речных системах. Б.А. Быков [3] также указывает, что образуемая этим видом формация обладает большим разнообразием и сложностью среди группы рогозных формаций.

Таким образом, если в умеренно холодных областях в качестве пионерного вида выступает рогоз широколистный, то в умеренно теплых – рогоз узколистый, который за последние 20–30 лет продвинулся севернее своих естественных экотопов. Этому способствуют условия, создающиеся на водохранилищах. В нашем конкретном случае на озерах Северо-Двинской системы наблюдаются следующие явления. Там, где сохранились торфянистые почвы и ложа озер не пострадали от волнобоя, поселяется рогоз широколистный, на заиленных и песчаных почвах – рогоз узколистый. Интенсивное развитие последнего в Кишемском озере представляет скорее вторичное явление и связано с разрушением торфяных берегов. Отсутствие обоих видов на Кубенском озере можно объяснить резкими колебаниями уровней и волновым действием.

Анализируя распространение и фитоценологию рассматриваемых видов рогозов Северо-Двинской системы, мы пришли к выводу, что в данном районе эти виды, хотя и сохраняют свои фитоценологические свойства, но выражены слабее, чем в южных районах европейской части СССР. Как видно из карт ареалов, приводимых во „Флоре Северо-Востока европейской части СССР” [5], эти виды севернее озер становятся редкими. По-видимому, на восток от озер, по крайней мере в пределах Вологодской области, они также становятся редкими.

1. Б е л а в с к а я А.П., Л е о н о в а Т.Г. К морфологии и биологии *Typha angustifolia* L. – В кн.: Вопросы сравнительной морфологии семенных растений. Л., 1975, с.129–138.
2. Б о г а ч е в В.К. Формирование водной растительности Рыбинского водохранилища. – В кн.: Ученые записки Ярославского пединститута. Ярославль, 1952, вып.19(24). 106 с.
3. Б ы к о в Б.А. Доминанты растительного покрова Советского Союза. Алма-Ата, 1962, т. 2. 436 с.
4. Л и с и ц ы н а Л.И. Флора водоемов Верхнего Поволжья. – В кн.: Флора и растительность водоемов Верхней Волги. Рыбинск, 1979, с.109–136.
5. Ф л о р а Северо-Востока европейской части СССР. Л., 1974, т.1. 273 с.
6. M e u s e l H., J ä g e r E., M e i n e r t E. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. Jena, 1965. 583 S.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

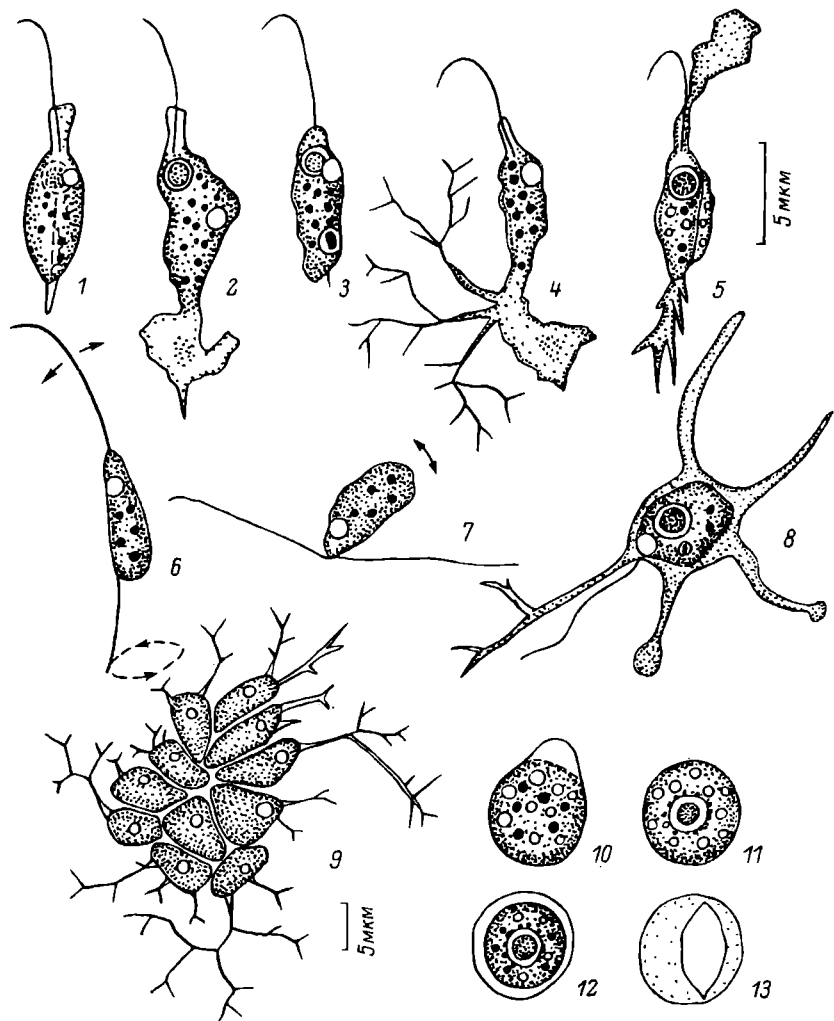
УДК 593.16

А.П. М ы л ь н и к о в

БИОЛОГИЯ ЖГУТИКОНОСЦА *CERCODON COMETA* HOLL., EMEND.

В сентябре 1983 г. в пробах воды из Рыбинского водохранилища был выделен в культуру бесцветный жгутиконосец, соответствующий описанию, данному Голландом [3]. Нами подробно изучена биология клона С-52, полученного из культуры этого вида. Культивирование жгутиконосцев проводили при 20 °С в чашках Петри, заполненных средой Пратта с добавлением бактерий *Aerobacter aerogenes*. Жгутиконосцев исследовали под микроскопом Peraval-Interphako (ГДР) в живом состоянии и после окраски железным гематоксилином и эозин-азуром.

Пассажи в свежую питательную среду приводят к интенсивному делению клеток в культуре. Потомство материнской особи обычно образует плоское скопление малоподвижных дочерних клеток (см. рисунок). Эти агрегаты особей выделяют слизь, хорошо заметную на окрашенных препаратах. После стадии агрегации клетки начинают интенсивно ползать. У ползающих клеток форма тела овальная, спереди часто образуется довольно длинная псевдоподия (по Голланду, рострум). Длина тела – 4–10 мкм, ширина – 2–4 мкм. Длины двигательного и рулевого жгутиков составляют 5–10 мкм. Рулевой жгу-



Жгутиконосец *Cercobodo cometa* Holl., emend.

1-3 - подвижная стадия жгутиконосца; 4,5 - питание; 6 - плавающая особь; 7 - особь, осевшая после плавания; 8 - амебоидная особь; 9 - агрегация жгутиконосцев; 10-12 - образование цисты; 13 - оболочка цисты после эксцистирования.

тик малозаметен, так как тянется под вентральной поверхностью тела. Пузырьковидное ядро находится спереди, вблизи кинетосом жгутиков. Во время движения особи тело интенсивно метаболирует. Двигательный жгутик совершает взмахи. Рулевой жгутик в отличие от такового *Cercobodo laciniaegerens* [2] не совершает колебательных движений, а пассивно тянется за телом. Единствен-

Статистические данные по морфологической изменчивости популяций *Dorylaimus stagnalis*

Признак	Пол	Иваньковское водохранилище			Щимлянское водохранилище			t
		X	mX	cV, %	X	mX	cV, %	
Общая длина тела, мкм	♀	0.36	0.1	18.0	2.8	0.044	8.7	3.98
	♂	3.0	0.05	7.7	2.73	0.042	6.8	2.37
Отношение длины тела к его ширине	♀	28.56	0.33	6.3	29.43	0.47	8.8	1.5
	♂	30.11	0.26	3.9	30.61	0.53	7.7	0.84
Отношение длины тела к длине пищевода	♀	4.5	0.113	16.0	4.6	0.07	8.5	0.94
	♂	4.3	0.079	8.2	4.45	0.064	6.4	1.43
Отношение длины тела к длине хвоста	♀	15.6	0.83	29.0	13.12	0.22	9.1	2.88
	♂	65.0	1.93	13.0	65.29	1.27	8.7	0.11
Длина тела до вульвы, % от общей длины тела	♀	42.58	1.30	17.0	43.97	0.51	6.4	0.96
Длина хвоста, мкм	♀	0.23	0.01	26.0	0.21	0.002	4.7	1.52
	♂	0.046	0.001	10.0	0.042	0.0009	9.2	2.8
Длина копыа, мкм	♀	0.038	0.0006	8.8	0.036	0.0003	5.2	3.14
	♂	0.042	0.0002	2.0	0.036	0.0007	9.3	8.95
Отношение длины копыа к ширине губ	♀	1.60	0.024	8.3	2.09	0.043	11.0	9.67
	♂	1.75	0.035	8.9	1.99	0.067	15.0	3.17
Отношение ширины копыа к длине продолжения копыа	♀	0.99	0.016	8.8	1.00	0.26	14.3	0.072
	♂	1.07	0.008	3.5	0.816	0.027	15.0	9.12
Отношение ширины копыа к ширине губ	♀	0.254	0.005	10.0	0.283	0.005	9.3	4.39
	♂	0.250	0.005	8.8	0.280	0.006	9.3	4.19
Отношение ширины губ к толщине кутикулы	♀	5.96	0.098	9.0	4.80	0.09	11.0	9.50
	♂	6.00	0.100	7.5	4.73	0.11	10.0	8.65
Количество преанальных суплементарных органов, шт.	♂	36.5	0.43	5.3	35.0	0.18	2.3	3.08
Длина сликулы, мкм	♂	0.08	0.001	6.0	0.074	0.0009	5.5	4.30

П р и м е ч а н и е. X – средняя арифметическая, mX – стандартная ошибка средней арифметической, cV – коэффициент вариации, t – критерий достоверности разности.

ная сократительная вакуоль лежит в передней части тела, вблизи ядра. В цитоплазме заметны многочисленные гранулы и несколько пищеварительных вакуолей. У плавающих особей передний конец заострен, цитоплазма уплотнена. После оседания на дно чашки Петри особь непродолжительное время вращается, а затем начинает ползать, при этом задний конец тела поднят над субстратом. Потом жгутиконосец прижимается к субстрату и выпускает псевдоподии.

Питающиеся особи обычно малоподвижны. Они образуют крупные ветвящиеся (обычно дихотомически) псевдоподии, утончающиеся дистально. Псевдоподии такой формы характерны только для данного вида [1]. После захвата бактерий особь втягивает их внутрь тела. Наряду с ветвящимися псевдоподиями организм может выпускать также и более широкие неветвящиеся.

При старении культуры (на 5–10-е сутки) у *C. cometa* образуются многочисленные цисты (диаметром 6–10 мкм) с тонкой и гладкой оболочкой. Перед инцистированием особь округляется, жгутики, вероятно, отбрасываются, цитоплазма уплотняется. В последней появляются светопреломляющие гранулы. Ядро располагается в центре цисты. В зрелой цисте цитоплазма отслаивается от оболочки. Это служит важным таксономическим признаком. Сократительная вакуоль в цисте не функционирует. При эксцистировании особь, разрывая оболочку, выплывает из цисты. Место разрыва хорошо заметно.

Голландом в первоописании *C. cometa* [3] не отмечены сократительная вакуоль, пищеварительные вакуоли, цистообразование и плавающие особи.

Полученные данные позволяют дать уточненный диагноз.

Cercodobo cometa Hollande, 1942, emend.

Тело овальное, часто с рострумом спереди. Длина тела 4–10 мкм, ширина 2–4 мкм. Два жгутика примерно равной длины (5–10 мкм) отходят спереди около ядра. Рулевой жгутик свободный. Питающиеся особи образуют ветвящиеся и неветвящиеся псевдоподии, по величине превосходящие длину тела. Единственная сократительная вакуоль спереди. Жгутиконосцы ползают и плавают. Цисты диаметром 6–10 мкм округлые с тонкой гладкой оболочкой. Содержимое цисты отслоено от оболочки.

Л и т е р а т у р а

1. Ж у к о в Б.Ф. Определитель бесцветных свободноживущих жгутиконосцев подотряда *Bodonina* Hollande. – В кн.: Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л., 1971, с. 241–284.
2. К р а с и л ь щ и к И. Материалы к естественной истории и систематике флагеллат. О *Cercobodo laciniaegerens* nov. gen. et nov. sp. – Зап. Новорос. о-ва естествоиспытателей, 1886, т. 11, вып. 1, с. 211–245.
3. H o l l a n d e A. Contribution a l'etude morphologique et cytologique des genres *Biomyxa* et *Cercobodo*. – Arch. zool. exp. et gén., 1942, vol. 82, N 3, p. 120–132.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Е.С. В е л и ч к о

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ
РАЗЛИЧИЯМ ПОПУЛЯЦИЙ *DORYLAIMUS STAGNALIS*
(NEMATODA) ИЗ ИВАНЬКОВСКОГО
И ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

Dorylaimus stagnalis – один из наиболее характерных и многочисленных представителей свободноживущих нематод в мейобентосе пресных водоемов. Достигает размеров 5–6 мм (чаще 3–4 мм), стома вооружена копьём. По типу питания полифаг, в рацион могут входить детрит, бактерии, одноклеточные водоросли, сок высших водных растений, мелкие придонные животные.

Наблюдения показывают, что в разных водоемах *D. stagnalis* образует экологические формы, которые различаются отдельными морфологическими признаками. Для количественной оценки этих различий и сравнения популяций был использован материал из Иваньковского и Цимлянского водохранилищ, лежащих в разных географических зонах. Проведена статистическая обработка, самки и самцы сравнивались отдельно, так как набор признаков не полностью совпадает.

Всего было проанализировано 13 признаков (см. таблицу). Из каждого водохранилища измерено по 20 самцов и 30 самок.

Признаки 1–5 и 12 – морфологические характеристики нематод, по формуле де Манна (L, a, b, c, V). По этим признакам, кроме общей длины тела (самцы и самки), отношения длины тела к длине хвоста у самок и количества преанальных органов у самцов, между обеими популяциями достоверных различий нет. Эти признаки имеют важное систематическое значение, поскольку характеризуют вид в целом и остаются, как видим, устойчивыми в его пределах, несмотря на значительную географическую удаленность исследуемых популяций. Остальные признаки более изменчивы. Сравниваемые популяции четко различаются по ним (кроме длины хвоста и отношения длины копыя к продолжению копыя у самцов).

Проведенное сравнение показывает, что исследуемые группы нематод, безусловно, относятся к одному виду, но образуют явно выраженные локальные популяции, достоверно различающиеся по ряду второстепенных признаков. Нематоды Иваньковского водохранилища, расположенного значительно севернее Цимлянского, имеют большие размеры тела. Изменчивость признаков у самок больше в Иваньковском водохранилище, у самцов – в Цимлянском.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

ХОЛИНЭСТЕРАЗЫ ПИЯВОК

Исследование холинэстеразы (ХЭ) у различных по уровню организации групп животных представляет научный и практический интерес, который, в частности, вызван применением фосфорорганических и карбаматных пестицидов, способных подавлять активность этого фермента.

Цель настоящей работы – дать предварительную сравнительную характеристику некоторых свойств холинэстеразы (уровень активности фермента, субстратная специфичность) пиявок разных отрядов, семейств, родов, видов.

Активность холинэстеразы определяли методом Элмана в модификации М.Н.Масловой, Л.В.Резника [3] и выражали в микромолях гидролизуемого субстрата граммом влажной ткани в час. Для учета спонтанного гидролиза и гидролиза, вызванного неспецифическими эстеразами, в контрольные пробы перед началом инкубации вносили прозерин. Субстратную специфичность оценивали, используя разные субстраты, – ацетилтихолин (АТХ), бутилтихолин (БТХ) и пропионилтихолин (ПрТХ).

Использованные в работе пиявки относятся к 2 отрядам и 4 семействам [2]. Отряд *Rhynchobdellea* – хоботные пиявки; сем. *Glossiphoniidae* – виды *Proclepsis tessulata*, *Hemiclepsis marginata*, *Glossiphonia complanata*; сем. *Piscicolidae* – виды *Piscicola geometra*, *Caspiobdella fadewi*. Отряд *Arhynchobdellea* – бесхоботные пиявки; сем. *Hirudinidae* – виды *Hirudo medicinalis*, *Haemopsis sanguisuga*; сем. *Erpobdellidae* – виды *Erpobdella octoculata*, *E. testacea*, *E. (Dina) lineata*. Всех червей, за исключением приобретаемых в аптеке *Hirudo medicinalis*, отлавливали в природе и использовали в опыте после 7-10-суточного выдерживания в лабораторных условиях.

Активность холинэстеразы выявлена в тканях всех исследованных видов пиявок, в том числе у *Proclepsis tessulata*, *Hemiclepsis marginata*, *Glossiphonia complanata*, у которых ранее [8] гистохимическим методом не удалось обнаружить этот фермент. Наиболее высока активность холинэстеразы у видов отряда бесхоботных, что, вероятно, отражает более подвижный образ жизни этих червей по сравнению с хоботными пиявками. Наиболее высок уровень активности фермента у пиявок сем. *Hirudinidae*, особенно у *Haemopsis sanguisuga* (рис.1).

У всех видов наблюдали значительные внутривидовые колебания уровня активности холинэстеразы. Возможные причины этих вариаций выясняли на *Piscicola geometra*. Оказалось, что снижение активности фермента происходит по мере увеличения массы пиявок. Максимальной активностью обладает холинэстераза гомогена-

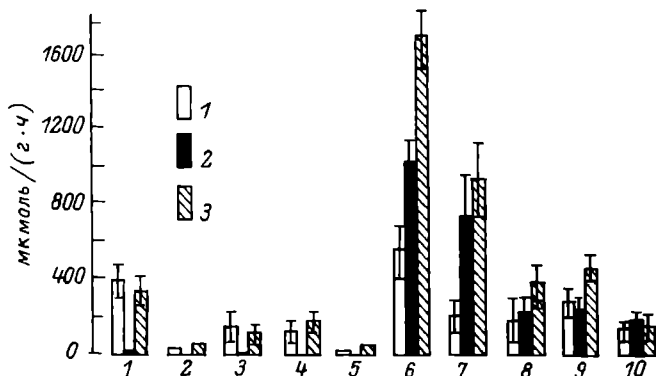


Рис.1. Активность холинэстеразы в гомогенатах из целых пиявок, отловленных в июне-июле.

Отряд хоботные: 1 - *Hemiclepsis marginata* (масса особей 20-30 мг); 2 - *Protoclepsis tessulata* (10-15 мг); 3 - *Glossiphonia complanata* (50-80 мг); 4 - *Piscicola geometra* (5-10 мг); 5 - *Caspiobdella fadejewi* (3-7 мг).
 Отряд бесхоботные: 6 - *Haemopsis sanguisuga* (700-1000 мг); 7 - *Hirudo medicinalis* (400-700 мг); 8 - *Erpobdella octiculata* (200-300 мг); 9 - *Erpobdella testacea* (150-250 мг); 10 - *Erpobdella (Dina) lineata* (100-200 мг).
 Субстрат: 1 - АТХ; 2 - БТХ; 3 - ПрТХ.

тов мелких особей, масса каждой до 5 мг (195 ± 61 , субстрат АТХ), затем средних - масса пиявок 5.1-10 мг (133 ± 59) и крупных - масса особи более 10 мг (67 ± 56). Это частично объясняется тем, что отношение массы брюшной нервной цепочки, структуры, наиболее богатой холинэстеразой, к массе всего тела у мелких экземпляров выше, чем у крупных. Эксперименты, выполненные на тканях медицинской пиявки *Hirudo medicinalis*, показали, что гидролиз АТХ в гомогенатах из брюшной нервной цепочки осуществляется быстрее по сравнению с мышцами, величины активности соответственно равны 539 и 213.

У двух одноразмерных групп *Piscicola geometra*, выловленных из водоема в один и тот же день, но содержащихся в течение недели без пищи при разных температурах - 6 ± 8 и $16-18$ °С, активность холинэстеразы (субстрат АТХ) оказалась различной, соответственно 148 ± 63 и 100 ± 44 . По-видимому, снижение активности фермента у пиявок в более теплой воде происходит из-за интенсивно протекающих обменных процессов, приводящих к более быстрому истощению и ослаблению червей. Имеется мнение, что падение активности ацетилхолинэстеразы - показатель общего снижения резистентности организма [4]. Пиявки способны к длительному голоданию: *P. geometra* - 4 мес, виды сем. *Erpobdellidae* - 6 мес, *Protoclepsis tessulata* - 10 мес, *Hirudo medicinalis*

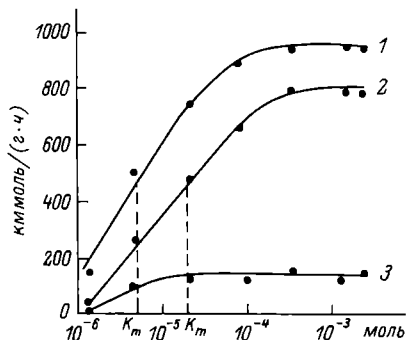
Рис. 2. Зависимость активности холинэстеразы пиявок от избытка субстрата.

1-2 - *Hirudo medicinalis*;

3 - *Piscicola geometra*.

Субстрат: 1 - БТХ, 2-3 - АТХ.

По оси ординат - активность холинэстеразы в гомогенатах из целых пиявок; по оси абсцисс - концентрация субстрата.



- 24 мес [2]. Физиологическое состояние червей в результате этого бывает весьма различным, что может влиять на активность изучаемого фермента.

Не обнаружено достоверных различий в активности холинэстеразы пиявок от разных хозяев. Ферменты гомогенатов из двух групп равновеликих червей, но снятых одна с леща, другая со щуки, гидролизovali АТХ со скоростью 139 ± 70 и 127 ± 60 .

Субстратная специфичность. Холинэстераза всех 10 видов пиявок, принадлежащих к 2 отрядам, гидролизует АТХ и может быть дифференцирована по чувствительности к БТХ (рис. 1). У представителей древнего отряда хоботных (сем. *Glossiphoniidae*, *Piscicolidae*) этот фермент слабо расщепляет БТХ или совсем его не гидролизует. В отличие от них холинэстераза пиявок филогенетически более молодого отряда бесхоботных проявляет высокую активность к этому субстрату. Относительная скорость ферментативного гидролиза БТХ соизмерима с таковой для АТХ (у червей сем. *Erpobdellidae*) и даже превосходит ее (у червей сем. *Hirudinidae*). Холинэстераза всех видов пиявок взаимодействует с ПрТХ, и для большинства из них этот субстрат предпочтительнее, чем АТХ и БТХ (рис. 1). Избыток субстрата не ингибирует фермент как у хоботных, так и у бесхоботных пиявок. В диапазоне концентраций $13 \cdot 10^{-6}$ – $17 \cdot 10^{-3}$ моль ни АТХ, ни БТХ не оказывали тормозящего действия на холинэстеразу медицинской пиявки. АТХ в тех же концентрациях не угнетал активности этого фермента у пиявки *Piscicola geometra* (рис. 2). Сродство фермента ХЭ пиявки *Hirudo medicinalis* к субстрату БТХ больше, чем сродство к АТХ, так как K_M (БТХ) меньше K_M (АТХ). Эти результаты подтверждают ранее полученные [7] с ХЭ целочки этого вида червей. Таким образом, ХЭ пиявок обладает рядом свойств, отличающих ее от ацетилхолинэстеразы и бутирилхолинэстеразы позвоночных и сближающих с холинэстеразой других аннелид. ХЭ хоботных пиявок, инактивируя АТХ, почти совсем не гидролизует БТХ, но активно расщепляет субстрат ПрТХ, как и ХЭ полихеты *Platysole japonicum* [1] и олигохеты *Eisenia foecida* [5]. Этот фермент бесхоботных пиявок, как и ХЭ кожно-мускульного мешка олигохеты *Lumbricus terrestris*, гидролизует три субстрата: АТХ, БТХ, ПрТХ [6]. Предпочтительным субстратом

для холинэстеразы пиявок часто является ПрТХ, а не АТХ, как и для некоторых олигохет. Это отличает ХЭ аннелид от ХЭ млекопитающих. Другое отличие состоит в том, что избыток субстрата АТХ не оказывает тормозящего эффекта на ХЭ пиявок. То же свойство отмечено и у олигохет *Eisenia foetida* [5].

Л и т е р а т у р а

1. Б р и к И.Л. Холинэстераза мышц морских червей *Physcosoma japonicum* и *Limbriconereis impatiens*.
- В кн.: Биохимическая эволюция. Л., 1973, с.56-66.
2. Л у к и н Е.И. Класс пиявки Hirudinea. - В кн.: Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. Л., 1977, с. 201-212.
3. М а с л о в а М.Н., Р е з н и к Л.В. Угнетение холинэстеразной активности в мозге крыс фосфорорганическими ингибиторами с различной степенью гидрофобности. - Укр. біохім. журн., 1976, т.48, № 4, с.450-454.
4. С а й к о А.А. Активность ацетилхолинэстеразы как показатель неспецифической резистентности организма. - С.-х. биология, 1975, т.10, № 4, с.568-573.
5. A n d e r s e n R.A., A u n e T. Characteristics of cholinesterase of the earthworm *Eisenia foetida*. - Comp. Biochem., Physiol., 1978, vol.61, N 1, p.81-87.
6. A u g u s t i n s s o n K. Substrate concentration and specificity of Cholin Ester-Splitting Enzymes. - Arch. Biochem., 1949, vol.23, p.111-126.
7. N i s t r i a A., C a m m e l l i E., D e B e l l i s A.M. Pharmacological observations on the cholinesterase activity of the leech central nervous system. - Comp. Biochem., Physiol., 1978, vol.61C, N 1, p.203-207.
8. V a n d e r L a n d e V. Esterase activity in certain glands of leeches (Annelida: Hirudinea). - Comp. Biochem., Physiol., 1968, vol.25, p.447-456.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

*

К ВОПРОСУ О РОЛИ ТЮЛЬКИ В ПИТАНИИ СУДАКА
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Материалом для настоящей работы послужило изучение некоторых аспектов питания судака – важнейшего промыслового вида Куйбышевского водохранилища. Работа проводилась в мае–ноябре 1980–1981 гг. Сбор и обработка материалов осуществлялись по стандартным методикам [5, 8]. Всего проанализировано 387 экз. судака возрастом от 2+ до 7+ и средней массой тела 883 г.

Как известно [1, 7, 9], тюлька является важным пищевым объектом для хищных рыб Куйбышевского водохранилища. Большую роль она играет и в питании судака – хищника, нагульные биотопы которого совпадают с местами концентрации этого вида. Частота встречаемости и удельная масса этого пищевого компонента в желудках судака, хотя и варьируют по разным данным от 51.7 до 84.4% и 37.4 до 70% соответственно, но постоянно остаются на высоком уровне.

Наиболее интенсивно питаются тюлькой хищники, нагуливающиеся на русловых участках озеровидных плесов и в заливах (частота встречаемости в желудках 58.4 и 56.3% соответственно). Например, в Свяжском и Старомайнинском заливах судак длиной менее 45 см съедал в июне до 100 г тюльки за месяц. В то же время на речных участках этот показатель не превышал 1 г. Эти различия объясняются особенностями распределения тюльки в водохранилище [3].

Уровень потребления тюльки, ее сезонная динамика в рационах судака (см. таблицу) тесно связаны с динамикой ее численности и размерно-возрастного состава. Несоответствие отмечается лишь в июне, когда хищники съедают немногим меньше тюльки, чем осенью, хотя ее численность в этот период значительно ниже [4]. По-видимому, это связано с образованием относительно концентрированных нерестовых скоплений тюльки, что облегчает охоту за ней.

Со второй половины июня, и особенно в июле–августе, когда нерест в основном заканчивается, значение тюльки в рационах судака снижается, несмотря на появление в массе ее молоди, размеры которой, по-видимому, много ниже оптимальных для относительно крупных хищников.

В целом за вегетационный период судак со средней массой тела 883 г съедает около 550 г тюльки, что составляет 30.5% рациона этого вида по массе и 42.2% по калорийности.

До появления тюльки в ихтиофауне водохранилища основу рациона судака составляли молодь окуня, плотвы, уклей (в значительно меньшей степени – собственная молодь и чехонь), нагульными биотопами которых являются в основном прибрежные мелководья [2, 11]. В результате пищевые потребности популяции судака удовлетворялись в большей степени за счет продукции рыб – планктофагов,

Состав и калорийность месячных рационов судака
Куйбышевского водохранилища

Компоненты	Май	Июнь	Июль	Август	Октябрь	Ноябрь
Тюлька	$\frac{17.1}{24.7}$	$\frac{29.2}{40.1}$	$\frac{23.5}{34.5}$	$\frac{22.0}{33.4}$	$\frac{53.8}{66.3}$	$\frac{34.2}{46.7}$
Чехонь	-	$\frac{32.5}{27.4}$	$\frac{15.1}{13.6}$	$\frac{22.6}{21.1}$	$\frac{8.7}{6.6}$	$\frac{27.5}{23.1}$
Ерш	$\frac{82.9}{75.3}$	$\frac{10.1}{8.7}$	$\frac{0.4}{0.3}$	$\frac{0.7}{0.7}$	$\frac{8.4}{6.4}$	$\frac{10.7}{9.2}$
Судак	-	-	$\frac{23.4}{18.3}$	$\frac{37.8}{30.6}$	$\frac{6.9}{4.5}$	-
Лещ	-	-	$\frac{34.3}{31.8}$	$\frac{10.8}{10.4}$	$\frac{12.6}{9.9}$	$\frac{11.8}{10.2}$
Прочие	-	$\frac{28.1}{23.9}$	$\frac{3.3}{1.4}$	$\frac{6.2}{3.7}$	$\frac{9.7}{6.2}$	$\frac{15.7}{10.8}$
Съедено за месяц, г	380.5	293.5	122.6	272.1	227.4	265.9
Калорийность, ккал	469.3	381.4	149.0	318.7	329.1	347.5

П р и м е ч а н и е. Над чертой — масса, %, под чертой — калорийность, %.

потребителей прибрежного зоопланктона [9, 12] по цепочке прибрежный зоопланктон → молодь рыб → судак. В то же время продукция зоопланктона пелагиали открытых участков составляла не менее половины общей по водоему и почти не использовалась рыбами [12]. Тюлька является типичным пелагическим планктофагом, и в настоящее время благодаря ей около половины энергии популяции судака получает по цепочке зоопланктон пелагиали → тюлька → судак. В результате этого более полно реализуются продукционные возможности водохранилища, возросли уловы судака и берша (в сумме достигают 25 % от общих уловов) наряду с улучшением некоторых их биологических показателей. Правда, произошло увеличение уловов и таких видов, как плотва и густера, возможно, из-за снижения пресса хищников, больше питающихся тюлькой.

В 1980 г. промысловый запас судака в Куйбышевском водохранилище составлял около 1.7 тыс. т и при средней навеске 780 г (устное сообщение Л.М.Хузеевой). Расчеты показывают, что за вегетационный период им было съедено около 0.8 тыс. т тюльки (от 0.07 т в июле до 250 т в октябре). Расчетная ихтиомасса тюльки осенью составляла не менее 1.5 тыс. т, т.е. популяцией судака выедалось не более 20%. Даже с учетом выедания другими хищниками и естественной смертности остаточная ихтиомасса тюльки

должна составить значительную величину – в некоторые годы более 3 тыс. т [10]. Тем не менее увеличение стада хищных рыб вряд ли позволит рационально использовать эту избыточную продукцию в силу некоторых особенностей экологии тюльки. В весенний период выедание тюльки одним лишь судаком может достигать почти 80%, а наименьшее выедание приходится на осень. За время зимовки большая часть оставшейся тюльки гибнет [4], не являясь пищей для хищных рыб, так как последние в это время почти не питаются [8].

По нашему мнению, лишь организация специализированного осеннего промысла тюльки позволит существенно повысить промысловую рыбопродуктивность Куйбышевского водохранилища. К концу октября самая массовая возрастная группа в популяции тюльки достигает 2 г и вполне пригодна для промысла. Кроме того, при низких температурах воды тюлька, как известно [6], образует наиболее плотные и устойчивые скопления.

Таким образом, в настоящее время тюлька является основным кормовым объектом судака в Куйбышевском водохранилище и составляет в среднем около 70% по численности и более 30% по массе в его рационах.

С появлением тюльки произошли серьезные изменения в трофических цепях. В настоящее время около половины энергетических потребностей популяции судака удовлетворяются за счет потока энергии по пути зоопланктон пелагиали → тюлька → судак.

Ввиду некоторых особенностей биологии тюльки хищники потребляют незначительную часть ее продукции. Остаточная ихтиомасса может достигать нескольких сотен тонн. Наиболее рациональный путь ее использования – организация специализированного осеннего промысла – позволит повысить рыбопродуктивность водохранилища.

Л и т е р а т у р а

1. Гостев С.Н. Роль некоторых рыб в питании судака Куйбышевского водохранилища. – В кн.: Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов: Тез. докл. Казань, 1983, с.96-99.
2. Егерев И.В., Шукина А.А. Питание рыб на мелководьях Куйбышевского водохранилища. – Изв. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1974, т.89, с.117-127.
3. Козловский С.В. О распределении тюльки *Clupeonella delikatlula caspia* (Svetovidov) Куйбышевского водохранилища. – Вопр. ихтиологии, 1980, т.20, вып. 3(122), с.561-566.
4. Козловский С.В. Особенности динамики численности тюльки в Куйбышевском водохранилище. – В кн.: Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов: Тез. докл. Казань, 1983, с.115-118.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966. 376 с.

6. Проваторов Б.И., Алексеев М.А., Евсеев В.Н.. Некоторые данные по биологии и промыслу тюльки в Днепровско-Бугском лимане. – Рыб. хоз-во, 1981, вып. 33, с. 45-48.
7. Смирнов Г.М. Материалы по биологии судака Свяжского залива Куйбышевского водохранилища. – В кн.: Рыбы Свяжского залива Куйбышевского водохранилища и их кормовые ресурсы. Казань, 1969, ч. 2, с. 64-67.
8. Фортунатова К.Р., Попова О.А. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги. М., 1973. 296 с.
9. Хузеева Л.М. Основные черты биологии судака Куйбышевского водохранилища. – В кн.: Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. Л., 1977, № 19, с. 25-30.
10. Цыпляков Э.П. Рыбопродукционные возможности Куйбышевского водохранилища. – В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1980, № 47, с. 46-49.
11. Цыпляков Э.П., Гончаренко К.С., Сильченко Г.Ф. Значение мелководий Куйбышевского водохранилища для нагула взрослых рыб. – Изв. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1974, т. 89, с. 128-136.
12. Яковлева А.Н. Кормовые ресурсы и рыбопродуктивность волжских водохранилищ. – Изв. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1978, т. 138, с. 60-82.

Куйбышевская станция Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597-1.05 (28)

А.М. А н д р е е в а

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА И ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВ ACIPENSERIDAE И CYPRINIDAE

Многогранная физиологическая роль сывороточных белков, способность чутко отражать особенности физиологического состояния, обусловленные влиянием внешних и внутренних факторов, сделали их одним из основных объектов эколого-биохимических исследований рыб [2, 3].

Электрофоретические исследования показали, что белковый состав сыворотки рыб принципиально сходен с таковым у млекопитающих. Поэтому для рыб при расшифровке электрофореграмм используют номенклатуру Тизелиуса (цит. по: [2]). Рассматривая вопрос об идентификации сывороточных белков рыб, мы столкнулись с не-

обходимостью изучения их физико-химических свойств, поскольку сходство электрофоретической подвижности само по себе недостаточно для расшифровки электрофореграмм и установления гомологии между белками различных сывороточных систем – рыб и млекопитающих.

Цель данной работы – идентификация сывороточного альбумина и определение его молекулярной массы у представителей семейств *Acipenseridae* и *Cyprinidae*.

Исследование выполнено на 4 видах осетровых (белуга, русский осетр, севрюга, стерлядь) и одном виде карповых (лещ) рыб. Отлов осетровых рыб проводили под г. Волгоградом, отлов леща – в Рыбинском водохранилище. Для идентификации сывороточного альбумина использовали синьку Эванса и бромкрезоловый пурпурный [5]. Фракционирование сыворотки проводили на колонке с сефадексом $G=200$ и с помощью аналитического варианта диск-электрофореза в блоке полиакриламидного геля (ПААГ). Молекулярную массу определяли методами колоночной гель-хроматографии, градиентного электрофореза [4] и электрофореза в присутствии додецилсульфата натрия (ДСН-электрофорез) [6]. Белки окрашивали красителем Кумасси $R=250$, липопротеиды – насыщенным раствором судана черного в этиленгликоле, гликопротеиды – реактивом Шиффа [1].

В ходе исследования установлено, что в сыворотке всех 4 видов осетровых присутствует белок, образующий с красителем специфический комплекс. При этом происходит сдвиг максимума поглощения от 590 нм в более длинноволновый участок спектра – 606 нм (рис. 1). Белок, образующий комплекс с бромкрезоловым пурпурным, был выявлен с помощью этого же красителя после диск-электрофореза. Синька Эванса в процессе электрофореза также связывалась с данным белком, который по Тизелиусу соответствовал альбумину.

В ходе электрофоретического анализа была выявлена трехкомпонентность альбумина осетровых. Удалось добиться разделения всех трех компонентов в градиенте ПААГ. Молекулярная масса нативных молекул составляет 70–80 тыс. После обработки детергентом компоненты имели молекулярную массу 67–74 тыс.

Фракционирование сывороточных белков осетровых на колонке с сефадексом и последующее сравнение полученных профилей элюции с данными по фракционированию сывороточных белков человека выявило их сходство (рис. 2). С помощью электрофоретического анализа было установлено, что в первом пике содержатся высокомолекулярные альфа- и бета-глобулины, во втором пике преимущественно гамма-глобулины и далее следуют альбумины. Пик альбумина у осетровых выражен слабо по сравнению с пиком альбумина сыворотки крови человека ввиду более низкой концентрации альбумина в сыворотке крови осетровых. Молекулярная масса, определенная методом гель-фильтрации, составляет 63–73 тыс., для альбумина человека – 63–69 тыс.

По результатам градиентного и ДСН-электрофорезов, колоночной гель-хроматографии, а также связывания белками сыворотки красителей бромкрезолового пурпурного и синьки Эванса для всех иссле-

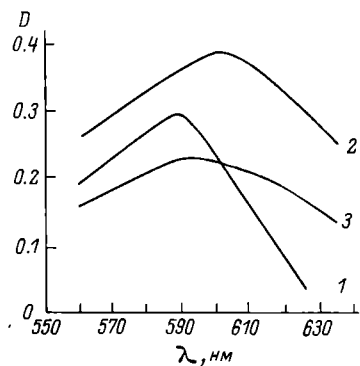


Рис. 1. Спектр поглощения бромкре-
золового пурпурного (1) и комплек-
сов бромкрезоловый пурпурный-аль-
бумин у севрюги (2) и леща (3).

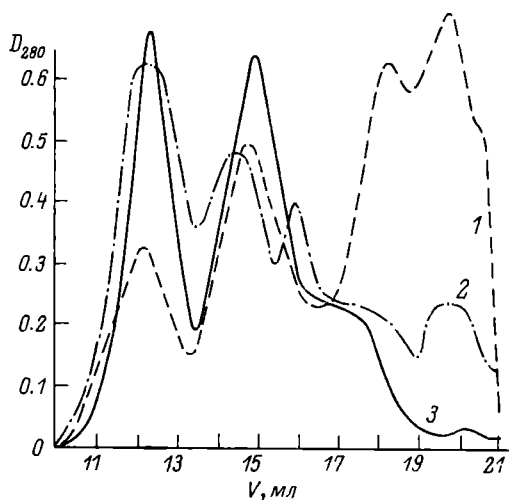


Рис. 2. Профили элюции сывороток человека (1), русского осетра
(2) и леща (3) с колонки с сефадексом $G=200$, буфер 0.1 M
трис- HCl , $\text{pH } 8$.

дованных видов осетровых сывороточный альбумин был идентифици-
рован однозначно.

Для леща было установлено образование неспецифических комплек-
сов бромкрезолового пурпурного практически со всеми белками сы-
воротки. Синька Эванса в процессе электрофореза связывалась с
высокомолекулярными белками. Поэтому альбумин леща был иден-
тифицирован по данным гель-хроматографии, градиентного и ДСН-
электрофорезов. Электрофоретический анализ показал, что белок,
по подвижности соответствующий альбумину, двухкомпонентен. В
градиенте ПААГ компоненты имеют разную подвижность. Молекуляр-
ная масса нативных молекул составляет 80–90 тыс. По данным ДСН-
электрофореза, быстрый компонент имеет молекулярную массу 45–
50 тыс., медленный – 50–55 тыс. Сопоставляя результаты градиен-

тного и ДСН-электрофорезов, можно предположить, что молекула этого белка несет на своей поверхности значительные количества (до 40 %) адсорбированных углеводов и липидов, которые при обработке детергентом отрываются от белка, и он за счет этого становится более легким. У лещей, длительное время содержавшихся без корма, данный белок на липопротеиды не окрашивается. Молекулярная масса его в градиенте ПААГ падает. Вероятно, он выполняет функцию транспорта ряда веществ, в том числе и липидов. В крови эту функцию выполняет альбумин [2].

Фракционирование сыворотки леща на колонке с сефадексом показало, что профиль элюции его похож на таковой у исследованных видов осетровых и человека (рис. 2). Только пик, соответствующий альбумину, у леща выражен либо слабо, либо совсем отсутствует, что связано с низким содержанием данного белка в крови леща (5–12 % от общего белка). Электрофоретический анализ показал наличие в этом пике белка с подвижностью, соответствующей альбумину по Тизелиусу. По результатам гель-хроматографии, градиентного и ДСН-электрофорезов белок сыворотки леща с подвижностью 0.58–0.61 в диск-электрофорезе идентифицирован как альбумин.

Таким образом, с помощью методов специфического окрашивания, гель-хроматографии, градиентного и ДСН-электрофорезов идентифицированы альбумины всех исследованных видов осетровых. Альбумин осетровых трехкомпонентен. В градиенте ПААГ компоненты имеют разную подвижность. Молекулярная масса нативных молекул альбумина составляет 70–80 тыс. По данным ДСН-электрофореза, компоненты имеют молекулярную массу 67–74 тыс. Альбумин леща идентифицирован на основе методов электрофореза и гель-хроматографии. Альбумин леща двухкомпонентен. В градиенте ПААГ компоненты имеют разную подвижность. Молекулярная масса нативных молекул альбумина 80–90 тыс.; по данным ДСН-электрофореза – 45–50 тыс. для быстрого и 50–55 тыс. для медленного компонентов.

Л и т е р а т у р а

1. Б е л к и , ферменты и стерилы базидиальных грибов: Методы исследования. Л., 1979. 72 с.
2. И п а т о в В.В., Л у к ъ я н е н к о В.И. Сывороточные белки рыб: гетерогенность, структура и функции. – Успехи соврем. биологии, 1979, т. 88, вып. 1(4), с. 108–124.
3. Л у к ъ я н е н к о В.И. Экологическая биохимия рыб – современное состояние и ближайшие задачи. – В кн.: Экологическая физиология и биохимия рыб. Астрахань, 1979, т. 1, с. 25–28.
4. К о р р е с c h l a n d e r G., D i c r e l W., B i e r w a g e n B., H o f m a n E. Molecular weights of young fish by polyacrylamide gel electrophoresis under non-reducing conditions. *Electrophoresis*, 1979, 1, 1, 1–5.

- gradienter. - FEBS Lett., 1969, vol. 5, p.221-227.
5. L o u d e r b a c k A., M e a l y E.H., T a y - l o r N.A. A new dye binding technic using brom-cresol purple for determination of albumin in serum. - Clin.Chem., 1968, vol.14, p. 793-794.
6. W e b e r K., O s b o r n M. The reability of molecular weith-determination by DS-polyacrylamide gel electrophoreses. - J. Biol. Chem., 1969, vol. 244, p.4406-4412.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.442.3-1.05

В.В. Л у к љ а н е н к о

ОСОБЕННОСТИ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ГЕМОГЛОБИНА ДВУХ ВИДОВ СИБИРСКИХ ОСЕТРОВЫХ

Осетровые Сибири - стерлядь (*Acipenser ruthenus mar-sigli Brandt*) и сибирский осетр (*Acipenser baeri Brandt*) занимают огромный ареал и представлены многими географически изолированными популяциями. Это обстоятельство делает их чрезвычайно интересным объектом эколого-биохимических исследований. Мы имеем в виду прежде всего сибирского осетра, образующего ряд речных и озерно-речных популяций, чем он по экологии существенно отличается от абсолютного большинства других видов осетровых нашей страны, ведущих проходной образ жизни. Что касается сибирской стерляди, обитающей в бассейнах рек Оби, Иртыша и Енисея, то она также заслуживает пристального внимания, поскольку представляет собой самостоятельную географическую расу, отличающуюся, по мнению ихтиологов [7], от европейской расы этого широко расселенного вида. Все сказанное ставит перед необходимостью планомерного эколого-биохимического исследования различных рас и популяций сибирских осетровых.

В настоящем сообщении представлены результаты сравнительного электрофоретического изучения фракционного состава гемоглобина крови у ленского осетра и енисейской стерляди. Отлов стерляди проводили летом 1981 г. на Енисее в районе с.Сумароково, а сибирского осетра летом 1982 г. в месте слияния рек Натары и Лены. В общей сложности поймано и исследовано 120 экз. разновозрастной и разноразмерной енисейской стерляди и 89 экз. ленского осетра. Каждую рыбу подвергали неполному биологическому анализу, т.е. определяли длину, массу, пол и стадию зрелости.

Взятие проб крови, приготовление гемоглобина и его фракционирование методом дискэлектрофореза в полиакриламидном геле проводили по схеме, описанной ранее [2]. При расшифровке гемоглобинограмм учитывали общее число компонентов, относительную подвижность каждого из них по отношению к границе Кольрауша и относительное содержание белка, приходящееся на каждый компонент [6].

Результаты электрофоретического анализа гемоглобина 2 видов сибирских осетровых представлены в таблице. Согласно полученным данным, гемоглобин крови ленской популяции сибирского осетра высоко гетерогенен и представлен 8 компонентами. Первый из них, наиболее подвижный микрокомпонент, находится в зоне быстродвижущейся фракции (БДФ), а 2 других наименее подвижны и расположены в зоне медленнодвижущейся фракции (МДФ). В основной, умереннодвижущейся фракции (УДФ) гемоглобинограмм ленского осетра, находятся 5 компонентов, резко различающихся между собой по относительному содержанию белка. Самый мощный из них – III компонент, на долю которого приходится почти половина всего белка гемоглобина (47%). Несколько более быстрый II компонент УДФ по относительному содержанию белка (23%) заметно уступает III компоненту, но почти в 3 раза превосходит каждый из 3 остальных компонентов этой фракции. Резкое преобладание по относительному содержанию белка 2 компонентов УДФ над всеми остальными – характерная особенность гемоглобинограмм всех исследованных видов осетров [1].

Детальный анализ 89 гемоглобинограмм 66 самцов и 23 самок показал, что у всех исследованных особей ленской популяции сибирского осетра фракционный состав гемоглобина однотипен или мономорфен, т.е. представлен одинаковым числом компонентов с примерно равными относительной подвижностью и количеством белка, приходящимся на каждый компонент. Отсутствие внутрипопуляционной изменчивости фракционного состава гемоглобина у ленской популяции существенно отличает ее от енисейской популяции сибирского осетра [3].

Обращаясь к данным, характеризующим фракционный состав гемоглобина енисейской стерляди (см. таблицу), необходимо, прежде всего, отметить его многокомпонентность (от 8 до 11). Компоненты эти распределены на гемоглобинограммах по трем основным фракциям следующим образом: в БДФ – от 1 до 3, в УДФ – от 4 до 6 и в МДФ – от 2 до 3 компонентов. В УДФ гемоглобинограмм енисейской стерляди по относительному содержанию белка резко выделяются 2 макрокомпонента: компонент III с относительной подвижностью 0,49 и относительным содержанием белка 43,6–56,4% и компонент V с относительной подвижностью 0,39–0,41 и относительным содержанием белка 22,9–30,6%.

В отличие от двух ранее исследованных популяций волжской стерляди [2] гемоглобин енисейской стерляди оказался полиморфным и представлен пятью фенотипами, различающимися по общему

Фракционный состав гемоглобина ленского осетра и енисейской стерляди

Фено-тип	Частота встречаемости, %	Фракция и компонент											
		БДФ					УДФ					МДФ	
		I	II	III	I	II	III	IУ	У	УГ	I	II	III
Нв-I	100	$\frac{1}{0.8}$	-	-	$\frac{0.61}{8.5}$	$\frac{0.56}{23.0}$	$\frac{0.52}{47.0}$	$\frac{0.48}{7.5}$	$\frac{0.44}{6.8}$	-	$\frac{0.40}{1.9}$	$\frac{0.36}{4.5}$	-
Нв-I	75	$\frac{1}{0.8}$	-	-	$\frac{0.58}{6.1}$	$\frac{0.53}{2.2}$	$\frac{0.49}{56.4}$	$\frac{0.46}{3.6}$	$\frac{0.40}{24.1}$	$\frac{0.36}{1.9}$	$\frac{0.31}{3.0}$	$\frac{0.23}{1.8}$	-
Нв-II	10	$\frac{1}{0.8}$	$\frac{0.68}{1.2}$	-	$\frac{0.58}{7.8}$	$\frac{0.53}{2.5}$	$\frac{0.49}{54.9}$	$\frac{0.44}{3.4}$	$\frac{0.40}{22.9}$	$\frac{0.36}{2.1}$	$\frac{0.31}{2.8}$	$\frac{0.22}{1.6}$	-
Нв-III	6.6	$\frac{1}{0.7}$	$\frac{0.68}{3.1}$	$\frac{0.64}{3.6}$	$\frac{0.58}{2.8}$	$\frac{0.54}{7.0}$	$\frac{0.49}{43.6}$	$\frac{0.45}{3.2}$	$\frac{0.39}{29.1}$	$\frac{0.36}{2.4}$	$\frac{0.31}{2.5}$	$\frac{0.22}{2.0}$	-
Нв-IV	5.0	$\frac{1}{1.4}$	-	-	$\frac{0.57}{6.5}$	-	$\frac{0.49}{21.8}$	-	$\frac{0.41}{61.8}$	$\frac{0.36}{2.9}$	$\frac{0.30}{2.9}$	$\frac{0.22}{1.2}$	$\frac{0.18}{1.5}$
Нв-V	3.4	$\frac{1}{0.9}$	-	-	$\frac{0.58}{7.3}$	-	$\frac{0.49}{54.3}$	-	$\frac{0.40}{30.6}$	$\frac{0.36}{1.7}$	$\frac{0.30}{2.8}$	$\frac{0.22}{1.5}$	$\frac{0.20}{0.9}$

П р и м е ч а н и е. Над чертой - относительная подвижность, под чертой - относительное содержание белка (%) каждого компонента гемоглобина.

числу компонентов и относительному содержанию белка, приходящегося на каждый из 2 основных макрокомпонентов УДФ гемоглобинограмм.

У большинства исследованных рыб (90 из 120) гемоглобин делится на 9 компонентов. Это – основной или первый фенотип гемоглобина (Нв-I). Он удивительным образом сходен с гемоглобином волжской, или европейской, расы [4] как по степени гетерогенности (по 9 компонентам), так и по относительной подвижности, а главное, по относительному содержанию белка, приходящемуся буквально на каждый компонент гемоглобинограмм, в том числе и на 2 основных макрокомпонента УДФ.

Второй фенотип гемоглобина (Нв-II) енисейской стерляди встречается значительно реже (у 12 рыб из 120) и отличается от Нв-I дополнительным микрокомпонентом, расположенным в зоне БДФ, вследствие чего общее число компонентов на гемоглобинограмме становится равным 10. Третий фенотип гемоглобина (Нв-III) имеет в зоне БДФ на 1 микрокомпонент больше, чем Нв-II, т.е. 3 микрокомпонента, а общее число компонентов гемоглобинограммы достигает 11. Этот фенотип гемоглобина обнаружен у 8 рыб.

Четвертый (Нв-IV) и пятый (Нв-V) фенотипы гемоглобина енисейской стерляди имеют по 8 компонентов против 9 компонентов у рыб первого основного фенотипа гемоглобина. Однако Нв-IV и Нв-V существенно различаются между собой, а также отличаются от Нв-I по соотношению белка, приходящемуся на 2 основных макрокомпонента зоны УДФ. Следует, пожалуй, отметить, что частота встречаемости рыб с Нв-IV (у 6 особей из 120 исследованных) и Нв-V (у 4 особей из 120 исследованных) невелика.

Особого внимания заслуживает Нв-IV, который принципиально отличается от всех остальных фенотипов гемоглобина стерляди соотношением относительного содержания белка, приходящегося на 2 основных макрокомпонента УДФ. У рыб с этим фенотипом гемоглобина более подвижный III компонент составляет 21,8 % белка, а менее подвижный V компонент – 61,8 %. Такое соотношение между „быстрым” и „медленным” макрокомпонентами УДФ характерно для осетров, в том числе и для сибирского осетра енисейской популяции [3]. Здесь уместно напомнить, что при анализе гемоглобинограмм енисейского осетра нам удалось выявить семь фенотипов гемоглобина, причем два из них (Нв-VI и Нв-VII) имели „стерляжий” тип гемоглобина. И вот теперь нам у нескольких особей (у 6 рыб из 120) енисейской стерляди удалось обнаружить „осетровый” тип гемоглобина. Дать однозначное объяснение этому факту без специального его изучения достаточно трудно, но можно предположить, что мы имеем дело с гибридами осетра со стерлядью при „осетровом” типе гемоглобина у стерляди или стерляди с осетром при „стерляжьем” типе гемоглобина у осетра.

Полученные нами данные по гемоглобину енисейской стерляди в совокупности с результатами изучения фракционного состава гемоглобина у верхневолжской и средневолжской стерляди [4] показывают, что стерлядь представлена как полиморфными (енисейская),

так и мономорфными (волжская) по гемоглобиновому локусу популяциями. Этот принципиальной важности факт в совокупности с данными по мономорфизму и полиморфизму отдельных популяций сибирского осетра [5] представляет несомненный интерес для понимания общих закономерностей внутривидовой дифференциации рыб.

Л и т е р а т у р а

1. Гераскин П.П., Лукьяненко В.И. Видоспецифичность фракционного состава гемоглобина крови осетровых рыб. - Журн. общ. биологии, 1972, т.33, № 4, с.478-483.
2. Лукьяненко В.В. Гетерогенность и мономорфизм гемоглобина туводной волжской стерляди. - В кн.: Рациональные основы ведения осетрового хозяйства: Тез. докл. Волгоград, 1981, с.154-155.
3. Лукьяненко В.В. Фракционный состав гемоглобина крови енисейской популяции сибирского осетра. - В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1984, № 64, с.54-58.
4. Лукьяненко В.В., Гераскин П.П., Гремячих В.А., Баль Н.В. Новые данные по электрофоретической гетерогенности гемоглобина крови туводной волжской стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) - В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1983, № 60, с.55-58.
5. Лукьяненко В.В., Лукьяненко В.И. О полиморфизме и мономорфизме гемоглобина двух популяций сибирского осетра. - Докл. АН СССР, 1984, т.278, № 5, с.1254-1257.
6. Лукьяненко В.И., Гераскин П.П. Новые данные о фракционном составе гемоглобинов у хрящевых ганойдов. - Докл. АН СССР, 1969, т.185, № 5, с.1186-1188.
7. Никольский Г.В. Частная ихтиология. М., 1971. 471 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.442.3-1.05

В.В.Лукьяненко, А.С.Васильев

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕМОГЛОБИНА ТУВОДНОЙ СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS* L.)

Эколого-биохимическое изучение осетровых рыб проводится весьма интенсивно в основном на группе проходных видов, обитающих большую часть жизни в неполносоленых южных морях нашей страны и заходящих в реки лишь во время нерестовых миграций. Аналогич-

ные исследования речных туводных форм еще только начинаются, но уже первые сведения по электрофоретической структуре сывороточных белков и гемоглобина отдельных популяций волжской стерляди [1-3, 5] ставят перед необходимостью планомерного изучения и этой экологической группы осетровых рыб.

В 1980 г. в нашей лаборатории был начат многолетний цикл исследований, направленных на выявление особенностей фракционного состава гемоглобина у отдельных популяций стерляди волжского бассейна. В настоящем сообщении представлены материалы сравнительного изучения камской и верхневолжской стерляди, проведенного методом электрофореза в полиакриламидном геле, а также результаты анализа степени гетерогенности гемоглобина верхневолжской стерляди, выполненного тем же методом и методом изоэлектрофокусирования.

Сбор материала проводили на Верхней Волге в районе г. Городец (70 км выше г. Горького) и на Каме в районе с. Вятские Мушкары (60 км ниже г. Чайковского), в районе устья р. Белой и в Сарапульском районе (села Нечкино и Гальяны). Отлов рыбы осуществлялся с борта судна 23-метровым трапом или ставными сетями. У каждой пойманной рыбы определяли длину, массу, пол, стадию зрелости. Кровь для анализа брали из хвостовых сосудов путем каудотомии спустя 30-120 мин после отлова. До взятия крови отловленная рыба находилась в аквариуме судна с проточной водой. Для получения раствора чистого гемоглобина эритроциты тщательно отмывали физиологическим раствором с последующим центрифугированием при 3000 об./мин в течение 15-20 мин. Эта процедура повторялась 3-4 раза. Гемолиз эритроцитов осуществляли 7-10-кратным объемом дистиллированной воды. Строну эритроцитов удаляли центрифугированием при 8000 об./мин в течение 30 мин.

Фракционирование гемоглобина проводили на приборе ПЭфа-1 в трубках. Электрофорез длился около 1,5 ч при силе тока 4-6 мА на трубку. В камеру помещали по 10 трубок. В качестве носителя использовали 5%-ный полиакриламидный гель (ПААГ). Пробу вносили способом гелеполимеризации (0,5 мл крупнопористого геля + соответствующее количество гемоглобина). Окрашивали гели 1%-ным раствором амидочерного в 7%-ной уксусной кислоте в течение 30 мин электрофореграммы денситометрировали на микроденситометре УТ-12/76 советского производства. При расшифровке гемоглобинограмм учитывали общее число компонентов, относительную подвижность и относительное содержание белка, приходящееся на каждый компонент.

Изоэлектрофокусирование (ИЭФ) гемоглобина проводили на амфотерных пластинках 5%-ного ПААГ при pH 3,5-9,5 по методу, рекомендованному фирмой ЛКБ [6]. Нанесение проб осуществляли с помощью маленьких фильтровальных бумажек, которые сначала погружали в раствор гемоглобина, а затем накладывали на поверхность геля, внося при этом по 5 мкл 1%-ного раствора гемоглобина. Наилучшее фракционирование гемоглобина получается при нанесении образцов у анода. В качестве анодного раствора применяли 1 М H_3PO_4 ,

а в качестве катодного раствора – 1 М NaOH . ИЭФ проводили в течение 2 ч при силе тока 50 мА и напряжении 1500 В. По окончании ИЭФ пластинки фиксировали в 12.5%-ном растворе трихлоруксусной кислоты (3 смены) и окрашивали в 0.02%-ном растворе кумасси G-250 в 3.5%-ной хлорной кислоте.

Для определения пероксидазной активности выявленных компонентов гемоглобина параллельно осуществляли контрольное окрашивание нефиксированных гемоглобинограмм бензидином. При анализе гемоглобинограмм учитывали общее число компонентов и изoelekтрическую точку каждого из них по калибровочному графику.

Анализ 117 гемоглобинограмм камской стерляди показал, что гемоглобин рыб этой популяции, подобно другим, ранее исследованным популяциям (верхневолжская, средневолжская и окская), высоко гетерогенен и представлен 9 компонентами. В основной зоне умереннодвижущейся фракции (УДФ) гемоглобинограмм находится 5 компонентов, среди которых резко выделяются по относительному содержанию белка 2 основных макрокомпонента. Один из них – более быстрый (III) с относительной подвижностью 0.56 и относительным содержанием белка 55.7 % и другой – более медленный (У) с относительной подвижностью 0.46 и относительным содержанием белка 25.9 %. На долю 3 остальных компонентов УДФ – I, II и IU приходится всего лишь 13.9 % белка, т.е. почти в 2 раза меньше, чем на У компонент этой фракции, и в 4 раза меньше, чем на III компонент.

Удельная масса 4 остальных микрокомпонентов гемоглобинограмм камской стерляди, 1 из которых находится в зоне быстродвижущейся фракции (БДФ) и 3 – в зоне медленнодвижущейся фракции (МДФ), чрезвычайно мала и в сумме не достигает даже 5 % от общего белка гемоглобина.

Специальный анализ гемоглобинограмм камской стерляди показал, что они однотипны у рыб разного пола, разной стадии зрелости (I, II, III и IU) и разных групп по размеру и массе.

Сопоставляя общий план фракционного состава гемоглобина камской стерляди с фракционным составом гемоглобина верхневолжской стерляди по каждому из трех основных параметров, т.е. по числу компонентов, их относительной подвижности и, что более важно, по относительному содержанию белка, приходящемуся на каждый компонент и особенно на 2 основных макрокомпонента УДФ, необходимо прийти к выводу об их чрезвычайно выраженном сходстве, за исключением одного весьма интересного момента. На гемоглобинограммах камской стерляди в зоне МДФ у всех рыб, а точнее у 116 из 117 исследованных особей, находится 3 микрокомпонента, а у волжской стерляди только 2 микрокомпонента. В свою очередь, на гемоглобинограммах всех исследованных рыб верхневолжской популяции в зоне УДФ находится 6 компонентов, а у камской стерляди – 5 компонентов, поскольку здесь отсутствует 1 микрокомпонент с относительной подвижностью 0.41 и относительным содержанием белка около 2 %.

Итак, наличие в зоне МДФ гемоглобинограмм камской стерляди 3 микрокомпонентов вместо 2 у верхневолжской стерляди наряду с отсутствием в зоне УДФ гемоглобинограмм камской стерляди 1 микрокомпонента позволяет безошибочно отличать гемоглобинограммы камской стерляди от гемоглобинограмм волжской стерляди.

Таким образом, при сравнении данных электрофоретического анализа гемоглобина камской и верхневолжской стерляди, полученных методом дискэлектрофореза в полиакриламидном геле, необходимо отметить, что обнаруженные нами ранее [5] 3 новых микрокомпонента в зоне УДФ гемоглобинограмм верхневолжской и средневолжской стерляди выявляются также и у камской стерляди. Следовательно, эти микрокомпоненты характерны для рыб различных популяций, т.е. для вида *Acipenser ruthenus* L. в целом. Иными словами, гемоглобинограммы стерляди, получаемые методом дискэлектрофореза в полиакриламидном геле, представлены 9 компонентами против 6, описанных ранее в литературе [1, 4].

Принципиально новые данные по степени гетерогенности гемоглобина верхневолжской популяции стерляди получены методом изоэлектрофокусировки. Гемоглобин каждой из 85 исследованных рыб удалось разделить этим методом на 38 компонентов, крайние из которых имеют изоэлектрические точки 7.21 и 8.91. Относительное содержание белка, приходящееся на отдельные компоненты, распределяется крайне неравномерно: 6 компонентов с изоэлектрическими точками 8.01, 8.08, 8.21, 8.34, 9.36, 8.46 составляют более половины общего белка гемоглобина.

Результаты этих первых исследований открывают новые перспективы в изучении степени гетерогенности и полиморфизма гемоглобина у разных по высоте организации и экологии рыб.

Л и т е р а т у р а

1. Гераскин П.П., Баль Н.В., Федер А.Н. Фракционный состав гемоглобина двух популяций волжской стерляди. – В кн.: Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ. Астрахань, 1974, с.37–38.
2. Гераскин П.П., Федер А.Н. Фракционный состав сывороточных белков средневолжской стерляди. – В кн.: Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ (20–21 марта 1973). Астрахань, 1973, с.24–25.
3. Гераскин П.П., Федер А.Н. Фракционный состав сывороточных белков верхневолжской стерляди. – В кн.: Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ. Астрахань, 1974, с.36–37.
4. Лукьяненко В.В. Гетерогенность и мономорфизм гемоглобина туводной волжской стерляди. – В кн.: Рациональные основы ведения осетрового хозяйства. Волгоград, 1981, с.154–155.
5. Лукьяненко В.В., Гераскин П.П., Гремьячих В.А., Баль Н.В. Новые данные по электрофоретической гетерогенности гемоглобина крови туводной волжской стер-

ляди (*Acipenser ruthenus* L.). - В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1983, № 60, с.55-58.

6. Winter A., Ek K., Anderson V.
Analytical electrofocusing in the layers of polyacrylamide gels. - LKB, 1977, N 250, p. 1-13.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.442 (28) + 597 - 11 (28)

В.И. Лукьяненко, М.Ф. Субботкин,
Т.А. Субботкина

ОСОБЕННОСТИ АНТИГЕННОГО СОСТАВА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ ДВУХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РАС ВОЛЖСКОЙ СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS* L.)

Своеобразие экологии стерляди, обитающей в предустьевом пространстве р. Волги, позволило Л.С. Бергу [1] высказать предположение о том, что наряду с жилой, или туводной, формой существует полупроходная стерлядь, способная выходить на нагул в распресненные воды Северного Каспия. Вопрос этот долгое время оставался неизученным. Только в начале 70-х гг. были получены физиологические данные по осмотической разистентности эритроцитов [2] и уровню осмолярности крови [3], подтвердившие предположение о том, что в дельте Волги обитает особая экологическая раса стерляди - полупроходная.

Дальнейшее развитие этих исследований привело к необходимости экспериментального решения вопроса о том, являются ли, несомненно, имеющиеся физиологические различия между туводной и полупроходной стерлядью генетически детерминированными, т.е. наследственно закрепленными, или они определяются „широтой нормы реакции“ популяции волжской стерляди, занимающей огромный ареал (от дельты реки до нижнего бьефа Горьковского гидроузла).

Для ответа на этот вопрос мы предприняли сравнительное иммунохимическое изучение волжской стерляди, с тем чтобы выявить особенности антигенного состава сывороточных белков между отдельными популяциями туводной (верхневолжская и средневолжская) и полупроходной (дельтовая) стерляди.

В качестве антигенного материала использовались пулы сывороток верхневолжской популяции стерляди, отловленной в районе пос. Работки (60 км ниже г. Горького), - 1-я группа; средневолжской популяции, отловленной в районе пос. Ташовка-Красновидово (20-40 км ниже г. Казани), - 2-я группа; нижневолжской популяции, отловленной в районе с. Ямное и тони „9-я Огневка“ (45 и 120 км ниже г. Астра-

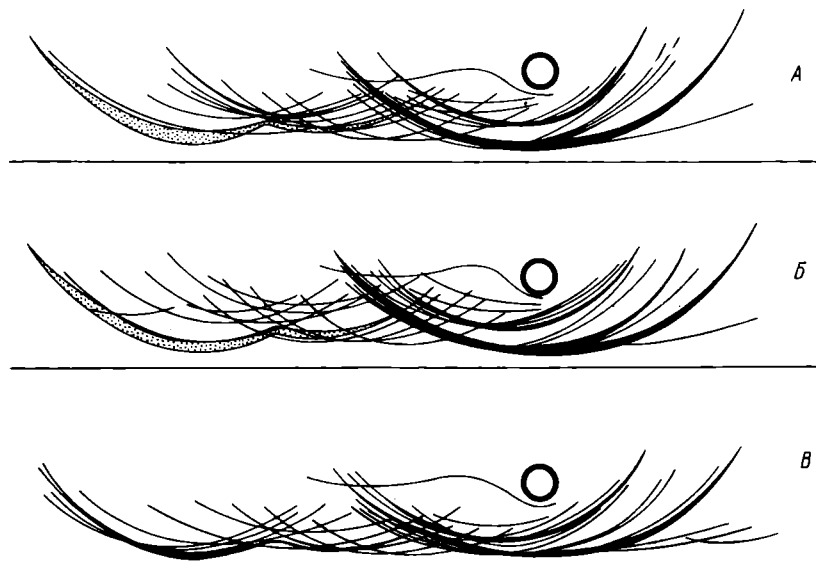
хани), - 3-я группа. Материал собирали во время экспедиций в июле-августе 1981 и 1982 гг. Пулы составлялись из сывороток крови, взятой у 30 рыб и более: самок I и II стадий зрелости и самцов независимо от стадий. В опытах использовали антисыворотку кроликов. Иммунизацию кроликов проводили по схеме, предложенной Л.А. Людоговской [4]. Двойную иммунодиффузию ставили в 1%-ном агаре „Дифко“, приготовленном на физиологическом растворе. Иммуноэлектрофорез проводили в 1%-ной агарозе „Н“ (ЛКБ), в трис-барбитуратном буфере с рН 8,6, ионной силой 0,02, при напряжении 10 В/см, при +10 °С [6]. Вносили около 450 мкг белка сыворотки, диализированной против электродного буфера. Иммунодиффузия продолжалась 3-3,5 сут. Затем препараты в течение 3 сут отмывали в физиологическом растворе и дистиллированной воде, сушили и окрашивали на белки амидочерным 10Б. Из абсорбированных антисывороток методом спиртового осаждения выделяли гамма-глобулиновую фракцию [5].

Исследование показало, что антигенный состав сывороточных белков стерляди высокогетерогенен. Иммуноэлектрофоретически с гомологичными антисыворотками удается выявить 22-25 антигенных компонентов (см. рисунок). Альбумины, наиболее подвижная группа сывороточных белков, представлены 3-5 компонентами. Столько же полос преципитации выявляется в зоне альфа₁-глобулинов. Наиболее гетерогенная группа - альфа₂-глобулины: 9-10 антигенных компонентов. Зона бета₁-глобулинов представлена 2-3, а бета₂- 2-4 антигенами. Ближайшая к катоду группа белков - гамма-глобулины, слабо дифференцирована. Здесь удастся выявить лишь одну полосу преципитации.

Как известно, количество перекрестно реагирующих антигенов определенным образом отражает степень родства между сравниваемыми группами рыб. Относительные величины перекрестных реакций между отдельными группами стерляди получены по результатам иммуноэлектрофоретического анализа.

Антиген	Антисыворотка		
	1	2	3
1	$\frac{22}{100}$	$\frac{22}{88}$	$\frac{22}{92}$
2	$\frac{21}{95}$	$\frac{25}{100}$	$\frac{22}{92}$
3	$\frac{17}{77}$	$\frac{23}{92}$	$\frac{24}{100}$

П р и м е ч а н и е. 1-3 - группы (популяции стерляди). Над чертой - общее число выявляемых антигенов, под чертой - то же, % по отношению к гомологичной реакции.

Alb α_1 α_2 β_1 β_2 γ 

Схемы иммуноэлектрофоретических систем сывороточных белков верхневолжской (А), средневолжской (Б) и дельтовой стерляди (В) с гомологичными антисыворотками.

$Alb, \alpha, \beta, \gamma$ - зоны распределения белков по электрофоретической подвижности. Alb - альбумины; α - альфа-глобулины; β - бета-глобулины; γ - гамма-глобулины.

В реакциях с антисывороткой 1-й группы рыб большее сходство наблюдается между антигенами 1-й и 2-й групп, чем между 1-й и 3-й. При использовании антисыворотки 2-й группы несколько большее совпадение спектров антигенов отмечается между 2-й и 3-й группами, чем между 2-й и 1-й. А в перекрестных реакциях с антисывороткой 3-й группы 1-я и 2-я группы оказываются одинаково удаленными от нее. Таким образом, оценивая степень совпадения антигенного состава сывороточных белков волжской стерляди, можно сказать, что нижневолжская полупроходная стерлядь несколько обособлена от двух популяций туводной волжской стерляди - верхневолжской и средневолжской.

Для уточнения глубины выявленных различий мы использовали метод специфической абсорбции. С его помощью удается установить наличие специфических антигенных компонентов, по которым одна группа отличается от другой. Абсорбируя антисыворотку 1-й группы сывороткой 2-й и наоборот, мы не выявили специфических антигенов. Это свидетельствует о высокой степени сходства антигенных спектров двух популяций туводной волжской стерляди. Во всех остальных случаях удалось выявить по одному антигену, специфичному для каждой группы по отношению к другой. Иммуноэлектрофоретиче-

ский анализ специфических антигенов позволил установить их природу. Специфический антиген 1-й группы, отличающий ее от 3-й, локализован в зоне подвижности альфа₂-глобулинов. Антиген, по которому 2-я группа отличается от 3-й, выявляется в зоне альбуминов. Специфические антигенные компоненты, по которым 3-я группа отличается от 1-й и 2-й, по подвижности совпадают между собой и выявляются в зоне альфа₂-глобулинов. Иммунохимическое сравнение этих двух антигенов показало их идентичность. Совокупность полученных данных по антигенным особенностям сывороточных белков волжской стерляди убедительно свидетельствует о том, что между полупроходной дельтовой стерлядью и туводной существуют глубокие различия, которые проявляются в наличии специфических антигенных компонентов у обеих экологических рас.

Л и т е р а т у р а

1. Б е р г Л.С. Яровые и озимые расы у проходных рыб. - Изв. АН СССР. Отд-ние математ. и естеств. наук, 1934, № 5, с.711-732.
 2. Л у к ъ я н е н к о В.И. Осмотическая резистентность эритроцитов нижеволжской стерляди. - В кн.: Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ. Астрахань, 1972, с.90-92.
 3. Л у к ъ я н е н к о В.И., М е т а л л о в Г.Ф. Осмотическое давление крови у северокаспийских осетровых. - В кн.: Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ. Астрахань, 1973, с.57-59.
 4. Л ю д о г о в с к а я Л.А. Получение и обработка иммунных сывороток. - В кн.: Иммунохимический анализ. М., 1968, с.5-20.
 5. Х р а м к о в а Н.И. Иммунодиффузные методы в антигенном анализе. - В кн.: Иммунохимический анализ. М., 1968, с.143-164.
 6. I m m u n o e l e c t r o p h o r e t i c T e c h n i q u e s w i t h t h e L K B - 2 1 1 7 M u l t i p h o r . - L K B , 1 9 7 8 , N 2 4 9 , p.1-12.
- Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.64 : 597(28) + 597 - 1,05 (28)

Г.М. Ч у й к о

УСТОЙЧИВОСТЬ КАРПА И ОКУНЯ К ХЛОРОФОСУ И ДДВФ

Изучение устойчивости рыб к действию фосфорорганических пестицидов и ее механизмов в настоящее время весьма актуально. Это обусловлено увеличением масштабов применения пестицидов, неизбежностью их попадания в водоемы и необходимостью создания препаратов избирательного действия. Современные представления о механизмах устойчивости к фосфорорганическим соединениям (ФОС)

основаны на результатах, полученных главным образом на млекопитающих и наземных членистоногих. Они позволяют выделить три основных механизма: различную скорость проникновения токсиканта в организм животных, разнообразие путей метаболизма соединения в организме и особенности холинэстераз, являющихся ферментом – „мишенью“ для ФОС [4]. Практически нет работ, выполненных на рыбах и посвященных исследованию механизмов устойчивости к ФОС.

Поэтому целью настоящей работы и явилось изучение причин различной устойчивости карпа (*Cyprinus carpio*) и окуня (*Perca fluviatilis*) к ФОС: хлорофосу и ДДВФ.

Эксперименты проводили в летне-осенний период на одноразмерных особях карпа (102 экз.) из прудового хозяйства института и окуня (150 экз.), выловленного из Волжского плеса Рыбинского водохранилища. Перед началом экспериментов рыб адаптировали к условиям лаборатории в течение 7–10 сут.

Использовали 80%-ный промышленный препарат хлорофоса (0,0-диметил (1-окси-2,2,2-трихлорэтил) фосфонат и 97%-ный и перекристаллизированный ДДВФ (0,0-диметил-0-(2,2-дихлорвинил) фосфат. Концентрацию токсикантов рассчитывали по действующему веществу.

В токсикологических 48-часовых экспериментах рыбу помещали по 6–8 экз. в 30-литровые аквариумы с отстоянной речной водой при pH 8,1–8,3, температуре 16–18 °C и содержании O₂ 8,7–9,8 мг/л. В каждой серии использовали по 6–7 концентраций токсиканта. Обработку данных производили методом пробит-анализа по Литчфилду

Действие хлорофоса и ДДВФ на окуня (*Perca fluviatilis*) и карпа (*Cyprinus carpio*) при помещении рыб в токсическую среду

Вид	Количество рыб, шт.	Масса, г $M \pm m_{\bar{x}}$	Длина, мм $M \pm m_{\bar{x}}$	48-часовые сред- нелетальные концентрации, LC ₅₀ , мг/л
<u>Хлорофос</u>				
Карп	28	5.7 ± 0.4	62 ± 2	340 (269.8 ÷ 428.4)
Окунь	48	3.6 ± 0.3	64 ± 1	0.62 (0.55 ÷ 0.70)
<u>ДДВФ</u>				
Карп	36	5.3 ± 0.3	57 ± 1	21.9 (20.2 ÷ 23.8)
Окунь	42	3.0 ± 0.1	63 ± 1	0.59 (0.54 ÷ 0.64)

П р и м е ч а н и е. В скобках указаны доверительные интервалы LC₅₀.

и Уилкоксона в модификации М.Л.Беленького [1]: Устойчивость оценивали величиной LC_{50} , т.е. концентрацией токсиканта, вызывающей 50%-ную гибель за время экспозиции. При внутривентральной инъекции растворы токсиканта готовили на физиологическом растворе для рыб и вводили по 0,5 см³. Среднелетальные дозы LD_{50} выражали в микрограммах на 1 г живой массы.

Для биохимических исследований использовали сыворотку крови рыб. Активность ацетилхолинэстеразы (АХЭ) определяли с ацетилтиохолинбромидом в качестве субстрата по методу Элмана в модификации М.Н.Масловой и Н.В.Резника [3].

Чувствительность фермента к действию ФОС оценивали по величине бимолекулярной константы ингибирования (K_{II}) или рассчитанной из нее величине отрицательного логарифма молярной концентрации ингибитора, вызывающей 50%-ное угнетение активности (pI_{50}) за 30 мин инкубации. Методика определения активности фермента и его чувствительности к ФОС описана ранее [5].

Карп и окунь значительно различаются по устойчивости к хлорофосу и ДДВФ (см. таблицу).

Устойчивость карпа к хлорофосу выше, чем у окуня, в 548, а к ДДВФ в 37 раз. При внутривентральном способе интоксикации карп также более устойчив (примерно в 10 раз) к действию ДДВФ, чем окунь:

Вид	Количество рыб, шт.	Масса, г $M \pm m_{\bar{x}}$	Длина, мм $M \pm m_{\bar{x}}$	Среднелетальные дозы LD_{50} , мкг/г	Доверительный интервал LD_{50}
Карп	20	40.1 \pm 1.4	109 \pm 2	292.0	254 \div 336.0
Окунь	42	22.7 \pm 0.8	109 \pm 2	30.4	23.0 \div 40.1

Внутривентральная инъекция токсиканта исключает пути его обычного проникновения в организм рыб. Поэтому большая величина отношения LC_{50} ДДВФ для карпа и окуня при обычном способе интоксикации по сравнению с отношением LD_{50} при внутривентральной инъекции свидетельствует о более высокой скорости его проникновения ДДВФ в организм окуня. Это позволяет заключить, что скорость проникновения ДДВФ играет важную роль в формировании различной устойчивости рыб к токсиканту.

Изучение ингибирования АХЭ сыворотки крови карпа и окуня ДДВФ показало, что ферменты исследованных видов рыб имеют одинаковую чувствительность к его действию и не отличаются по величине K_{II} и pI_{50} :

Вид	K_{II}	pI_{50}
Карп	(8.3 \pm 0.2) $\cdot 10^3$	5.6
Окунь	(7.1 \pm 0.4) $\cdot 10^3$	5.5

Близкое значение pL_{50} с ДДВФ получено Хоганом для фермента плазмы крови канального сомика (*Ictalurus punctatus*) [8]. Исследования, проведенные ранее, свидетельствуют, что АХЭ сыворотки крови рыб существенно не различается и по чувствительности к хлорофосу [2]. Приведенные данные согласуются с результатами, полученными при изучении чувствительности АХЭ мозга этих и других видов рыб к действию обоих токсикантов [5, 7, 10]. Все это позволяет заключить, что устойчивость карпа и окуня к изученным токсикантам не зависит от чувствительности их холинэстераз.

Существующие при внутрибрюшинном способе введения ДДВФ различия в устойчивости карпа и окуня могут, по-видимому, быть обусловлены неодинаковой скоростью его детоксикации в организме рыб, которая осуществляется ферментативным путем и происходит главным образом в печени. Показано, что гомогенаты печени рыб способны разрушать ФОС и в том числе ДДВФ [9]. Причем разрушение ФОС гомогенатом печени карпа идет с наибольшей скоростью по сравнению с другими видами рыб [6].

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что большая устойчивость карпа по сравнению с окунем к хлорофосу и ДДВФ не связана с чувствительностью ацетилхолинэстеразы мозга и сыворотки крови рыб. Существующие различия могут быть объяснены неодинаковой скоростью проникновения токсиканта в организм рыб и особенностями их метаболизма.

Л и т е р а т у р а

1. Б е л е н ь к и й М.Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. Л., 1963. 206 с.
2. К о з л о в с к а я В.И., Ч у й к о Г.М. Холинэстеразы сыворотки крови рыб сем. Cyprinidae с различной устойчивостью к хлорофосу. - В кн.: Физиология и паразитология пресноводных животных. Л., 1979, с.32-41.
3. М а с л о в а М.Н., Р е з н и к Н.В. Угнетение холинэстеразной активности в мозге крыс фосфорорганическими ингибиторами с различной степенью гидрофобности. - Укр. биохим. журн., 1976, т. 48, № 4, с. 450-454.
4. Р о з е н г а р т В.И., Ш е р с т о б и т о в О.Е. Избирательная токсичность фосфорорганических инсектоакарицидов. Л., 1978. 173 с.
5. Ч у й к о Г.М. Чувствительность ацетилхолинэстеразы мозга к хлорофосу и его токсичность для плотвы, леща, карпа и окуня. - В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985, № 66, с.55-59.
6. F u j i i Y., A s a k a S. Metabolism of diazinon and diazoxon in fish liver preparations. - Bull. Environ. Contam., Toxicol., 1982, vol.29, N 4, p.455-460.

7. H o g a n J.W. Brain acetylcholinesterase from cutthroat trout. - Trans. Amer. Fish.Soc., 1971, vol. 100, N 4, p.672-675.
8. H o g a n J.W. Some enzymatic properties of plasma esterases from channel catfish (*Ictalurus punctatus*). - J.Fish. Res. Board Canada, 1971, vol.28, N.4, p.613-616.
9. H o g a n J.W., K n o w l e s C.O. Degradation of organophosphates by fish liver phosphatases. - J. Fish. Res. Board Canada, 1968, vol. 25, N 8, p.1571-1579.
10. H o g a n J.W., K n o w l e s C.O. Some enzymatic properties of brain acetylcholinesterase from bluegill and channel catfish. - J. Fish. Res. Board Canada, 1968, vol. 25, N 4, p.615-623.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 582.26 : 58.08

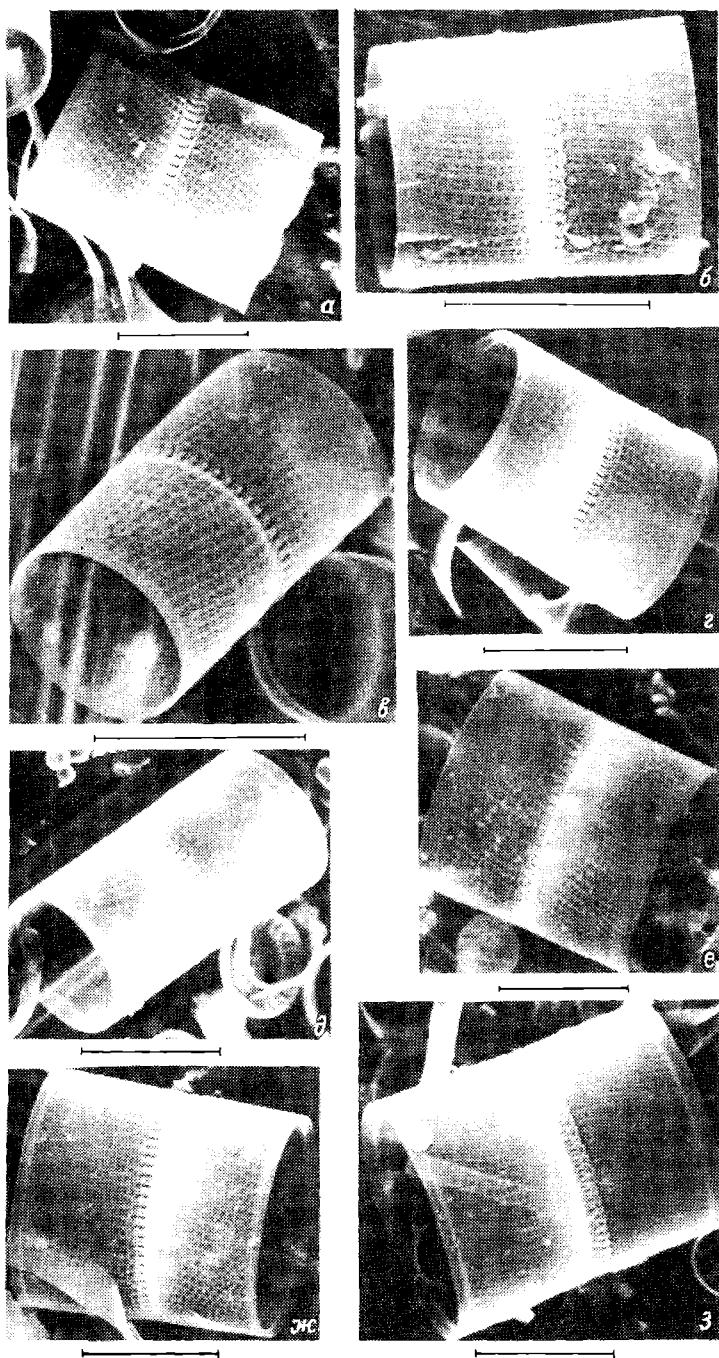
С.И. Г е н к а л, С.И. М е т е л е в

К МЕТОДИКЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ДЛЯ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

В настоящее время для изучения диатомей все шире применяют методы сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), позволяющие получать наиболее полную информацию о морфологии панцирей водорослей.

В отечественной литературе имеется только одна работа, посвященная методике приготовления препаратов диатомей для СЭМ [1], в которой рекомендуется суспензию очищенных от органического вещества панцирей в дистиллированной воде наносить на предварительно обезжиренные ацетоном квадратики медной фольги. Затем последние приклеиваются к объектодержателю токопроводящим клеем и последовательно напыляют слои угля и золота. Масса навески при этом составляет 0,02 мг, толщина покрытия и расстояние до объекта при напылении не указываются. На наш взгляд, предложенная методика имеет существенные недостатки. Во-первых, применение фольги усложняет технологию подготовки объекта и требует использования специального клея. Во-вторых, указанная масса навески явно недостаточна для получения равномерного и сплошного проводящего слоя, что в значительной степени ухудшит качество изображения объекта в СЭМ. В зарубежной литературе подробные сведения о подготовке диатомей для СЭМ также отсутствуют [5].

Как известно, панцирь диатомей состоит в основном из кремния, который имеет низкую электропроводность. При наблюдении таких



объектов в СЭМ возникают эффекты зарядки, которые приводят к искажению изображения, астигматизму, отклонению зондирующего луча, что снижает разрешение микроскопа. В настоящее время существуют три методики, с помощью которых можно избежать эффекта зарядки: 1) нанесение на поверхность объекта проводящего покрытия, 2) работа при низком ускоряющем напряжении, 3) наблюдение при однокадровой экспозиции [2]. Наиболее широкое применение нашла первая методика – нанесение на поверхность объекта проводящего слоя с помощью термического или катодного распыления металла в вакууме. Такое покрытие при наблюдении создает ряд преимуществ: предотвращает образование на поверхности объекта электрических зарядов, способствует отведению тепла, генерируемого взаимодействием электронов зонда с объектом (перегрев может вызвать смещение объекта), улучшает соотношение сигнал/шум, механически стабилизирует поверхность объекта [3]. При этом слой проводящего покрытия должен быть сплошным и должен иметь одинаковую толщину по всей поверхности объекта. Структура самого покрытия не может выявляться при максимально высоких разрешениях, достигаемых в современных СЭМ (10 нм и менее), а толщина слоя металла быть настолько малой, чтобы покрытие легко нарушалось, и не настолько большой, чтобы скрыть тонкие детали рельефа или исказить их истинные размеры. Согласно литературным данным, оптимальным следует считать покрытие из золота или золота-палладия толщиной 8–10 нм и более, для того чтобы сигнал изображения полностью создавался в этом слое [2]. Для улучшения адгезии золота рекомендуется поверхность объекта предварительно покрывать слоем углерода толщиной 5–10 нм [2].

Наш многолетний опыт показал, что методику приготовления препаратов диатомей для СЭМ можно значительно упростить. Во-первых, мы отказались от использования квадратов фольги и суспензию водорослей наносим непосредственно на поверхность объектодержателя. Последнюю желательно отполировать, но хорошие результаты получаются и без полировки (рис. 1, 2). В качестве объектодержателей к СЭМ „JSM-255” мы используем латунные шайбы соответствующей высоты. Во-вторых, можно ограничиться напылением только слоя золота без углеродного покрытия, поскольку адгезия при этом остается достаточно высокой. Качество микрофотографий и их разрешение практически не ухудшается. В-третьих, кроме термического можно использовать и катодное напыление (рис. 2). В-четвертых, хорошие результаты получаются и при наблюдении препаратов, покрытых другими металлами: серебром, ме-

Рис. 1. Структура панциря *Melosira* sp.

а, в, д, ж – без углеродного покрытия; б, г, е, з – с углеродным покрытием. Термическое напыление: а, б – золотом; в, г – серебром; д, е – алюминием; ж, з – медью. Масштаб соответствует 10 мкм.

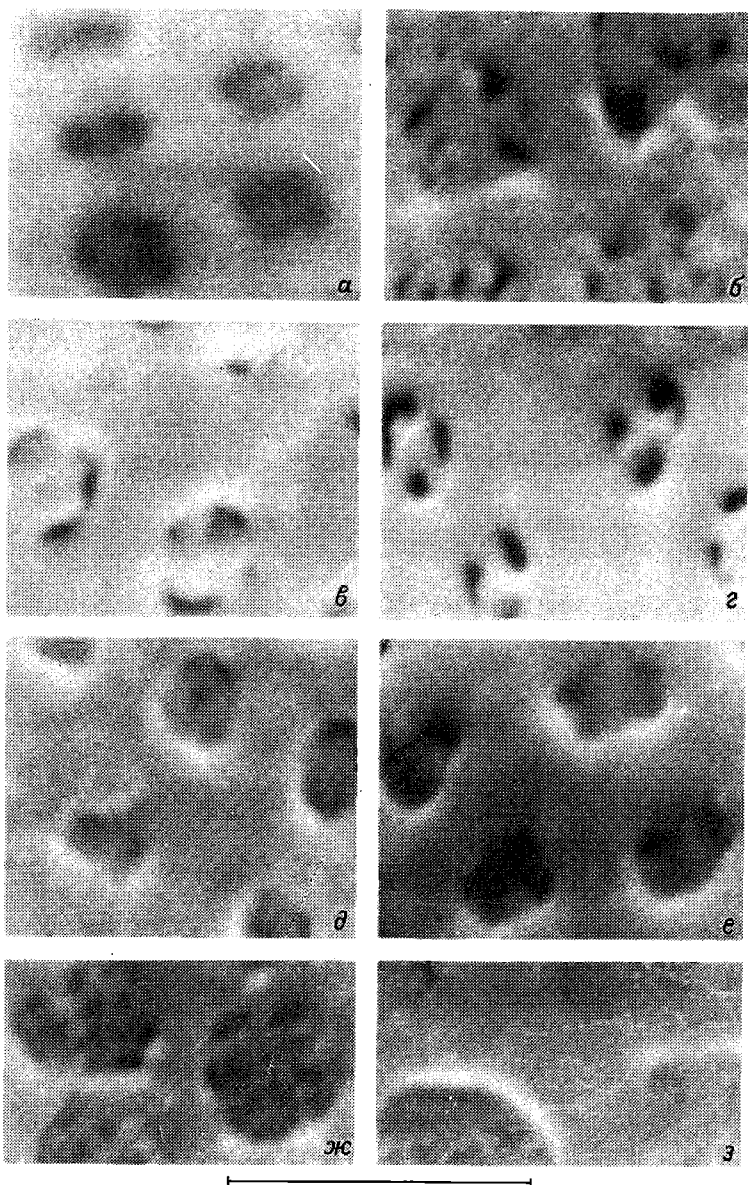


Рис. 2. Структура панциря *Melosira* sp.

а - без покрытия; в, г, д, ж - без углеродного покрытия; б, е, з - с углеродным покрытием. в - катодное напыление золотом. Термическое напыление: г - золотом; б - серебром; д, е - алюминием; ж, з - медью. Масштаб соответствует 1 мкм.

Характеристика металлов и условий их распыления

Напыляе- мый ма- териал	Темпера- тура плав- ления, °C (по: [4])	Температура распыления в вакууме при $P=10^{-2}$ мл.рт.ст., °C (по: [4])	ρ , г/см ³ (по: [4])	M, мг	t, им	Q, град	R, см
Золото	1063	1465	19.3-19.5	36	11	90	10
Серебро	961	1047	10.5	20	11	90	10
Медь	1083	1273	8.3-8.9	16	11	90	10
Алюминий	660	1000	2.5-2.7	5	11	90	10

дью, алюминием. Требуемые навески металлов и условия их распыления приведены в таблице.

Определение толщины покрытия проводилось по формуле, приведенной в работе Ю.А.Ровенского [3],

$$t = \frac{3M \cdot \cos Q}{16 \pi R^2 \rho} \cdot 10^4 (\text{нм}),$$

где M – масса навески металла, мг, Q – угол напыления; R – расстояние от испарителя до объекта, см; ρ – плотность напыляемого металла, г/см³.

Отказ от использования драгоценных металлов (золото, платина, палладий) рекомендуется в том случае, если препарат не предполагается хранить длительное время, поскольку пленки из Ag, Cu и Al могут разрушаться под воздействием серы и кислорода, содержащихся в воздухе.

Таким образом, предлагаемая нами методика значительно упрощает подготовку препаратов панцирей диатомей для СЭМ и позволяет сократить использование драгоценных металлов.

Л и т е р а т у р а

1. К а р а е в а Н.И., Ш е в ч е н к о А.Я. К методике исследования диатомовых водорослей в сканирующем электронном микроскопе. – Ботан. журн., 1974, т.59, № 7, с.988-991.
2. П р а к т и ч е с к а я растровая электронная микроскопия. М., 1978. 656 с.
3. Р о в е н с к и й Ю.А. Растровая электронная микроскопия нормальных и опухолевых клеток. М., 1979. 152 с.
4. Т е х н и к а электронной микроскопии. М., 1965. 406 с.
5. H a s l e G.R. Diatoms. – In: Phytoplankton manual. UNESCO Monographs on oceanographic methodology 6. Oslo, 1978, p.136-142.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Т.С. Ж и т е н е в а

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ
В ПОЗДНЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ЛЕЩА *ABRAMIS*
BRAMA (L.) (*CYPRINIDAE*) РЯДА ВОДОЕМОВ
СЕВЕРО-ЗАПАДА СССР. СООБЩЕНИЕ II

В 1981 г. нами была предложена методика, позволяющая определять этапы развития (T_1 , T_2 , T_3 и К) в позднем онтогенезе леща на основании пластических признаков, измеренных у возрастного ряда особей (от однодневальных до рыб предельного возраста, обитающих в конкретном водоеме) и обработанных с помощью метода главных компонент [3, 4].

На рисунке (а, б) представлены первая и вторая главные компоненты, вычисленные на основании пластических признаков лещей, взятых из Рыбинского водохранилища в 1980 г. [4]. Точки на главных компонентах представляют значения „преобразованных“ пластических признаков отдельных особей. Их можно пронумеровать в соответствии с номером рыбы в выборке, из которой затем получить все дополнительные сведения по конкретной особи, в частности, данные по стадии зрелости гонад. Если эти данные нанести на соответствующие точки первой и второй главных компонент, то они отразят связь соотносительного роста пластических признаков рыбы на отдельных этапах онтогенеза и зрелости половых продуктов. Такое совмещение позволяет судить о продолжительности стадий зрелости гонад в связи с этапами развития леща (см. рисунок, а, б), т.е. о связи между процессом созревания рыбы и особенностями ее экологии — обеспеченностью пищей, условиями нагула на отдельных этапах развития. Последнее делает реальным вскрытие причин, определяющих ускорение или замедление развития как отдельных стадий зрелости гонад, так, в конечном счете, сроков наступления половой зрелости рыб.

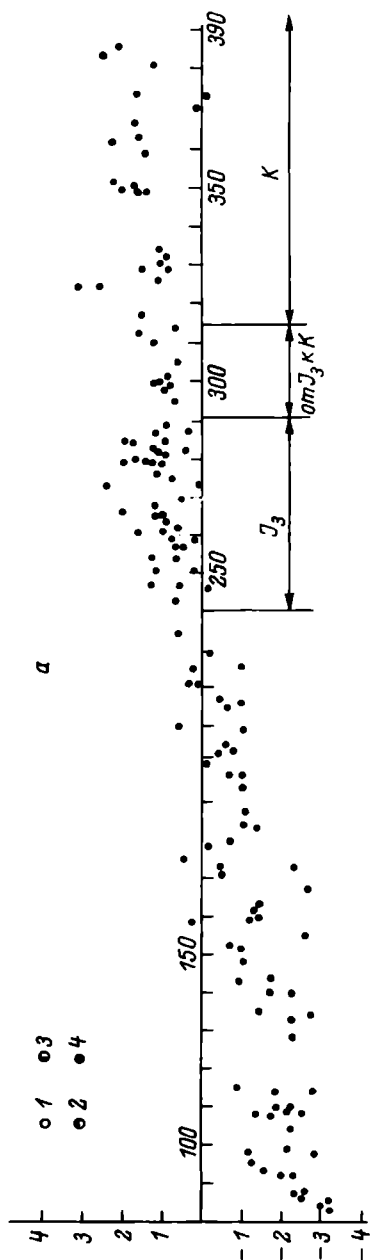
При визуальном определении стадий зрелости гонад леща в водоемах северо-западной части СССР мы руководствовались рекомендациями И.Ф.Правдина [6]. Однако лещ этого района отличается медленным темпом роста и развития, что определяет и значительную продолжительность отдельных стадий зрелости его гонад. Это прослеживается при массовом сборе полевого материала. Отмеченное привело к необходимости внесения ряда дополнений в имеющуюся шкалу зрелости леща. При сборе материала выделяли ювенильную стадию, когда пол рыбы был не различим; I стадию — железы увеличивались в объеме и появлялась возможность установления пола: самок различали по кровеносному сосуду, проходящему вдоль яичника, железы самцов такого же объема кровеносного сосуда не имели. Во II стадии зрелости объем желез продолжал увеличиваться. У молодых самок гонады имели вид прозрачных розоватых тяжей со слабо различимой зернистостью, у более старших рыб зернист-

тость была выражена более четко. Семенники во II стадии зрелости были розовато-белесоватой окраски. Остальные стадии зрелости определялись согласно руководства И.Ф.Правдина [6].

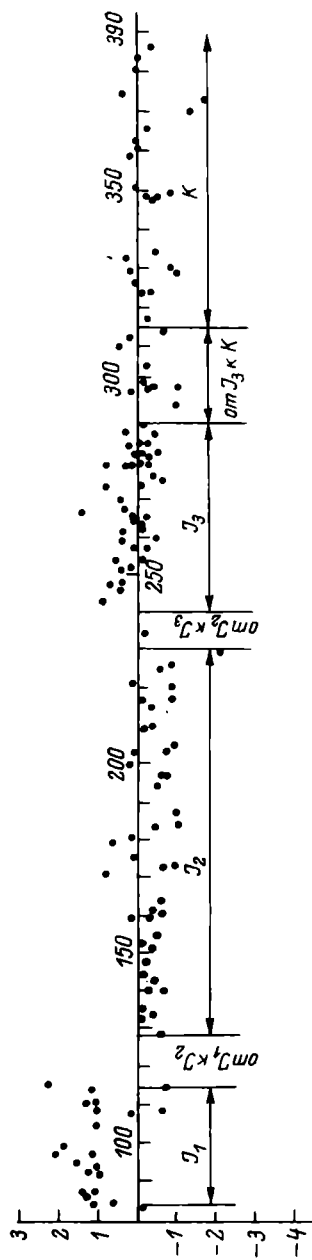
Исследования по ряду водоемов северо-западной части СССР показали, что ювенильная стадия характерна для гонад леща, находящегося на этапе развития \mathcal{T}_1 , а также частично \mathcal{T}_2 , I стадия преимущественно для гонад рыб на этапе \mathcal{T}_2 , II стадия для особей на этапе развития \mathcal{T}_3 . На этапе К все лещи имеют зрелые половые продукты. Продолжительность этапов развития, а следовательно, и отдельных стадий зрелости гонад оказалась различна в каждом из исследованных водоемов [3, 4, 5]. В Рыбинском водохранилище (данные 1980 г.) ювенильная стадия зрелости продолжается до длины леща 115 мм (этап \mathcal{T}_1), I стадия характерна для особей от 128 до 230 мм (этап \mathcal{T}_2), II стадия для рыб от 246 до 285 мм (этап \mathcal{T}_3), III стадия для рыб от 315 мм — эта длина соответствует началу этапа половой зрелости К, когда основная часть рыб становится половозрелой. В пределах от 286 до 314 мм совершается переход от этапа \mathcal{T}_3 к этапу К, на котором часть особей имеет II стадию зрелости половых продуктов, часть — III стадию.

При совмещении главных компонент с данными по стадиям зрелости гонад леща первые становятся более наглядными для биологов — четче обозначаются границы этапов развития и переходов с этапа на этап. Например, сложностью выделяется структура главных компонент в период окончательного созревания рыбинского леща и перехода его в половозрелое состояние (см. рисунок, а, б). С учетом стадий зрелости этот участок компонент анализировать проще (см. рисунок, в, г).

Визуальное определение стадий зрелости в дальнейшем должно сопровождаться гистологическим анализом развития гонад на отдельных этапах онтогенеза. Наши материалы позволяют пока ориентировочно судить о продолжительности отдельных фаз протоплазматического роста ооцитов. Основываясь на данных А.М. Андреевой [1], можно полагать, что отмеченная нами I стадия зрелости у леща Рыбинского водохранилища соответствует I–IV фазам протоплазматического роста ооцитов. Продолжительность этих фаз, по нашим данным, определяется концом второго–шестым годом жизни рыбы. После достижения лещом 246 мм (6+) гонады его переходят во II стадию зрелости, значительно увеличиваясь в размерах. Ооциты этого периода, видимо, находятся на IV и V1 фазах малого роста и значительно превышают по диаметру ооциты предыдущих фаз. Продолжительность II стадии зрелости гонад совпадает, в основном, с достижением рыбой длины 300 мм (8+). Следовательно, период протоплазматического роста ооцитов продолжается у рыбинского леща в течение ряда этапов развития ($\mathcal{T}_1, \mathcal{T}_2, \mathcal{T}_3$), специфических в морфологическом и биологическом отношениях [3–5].

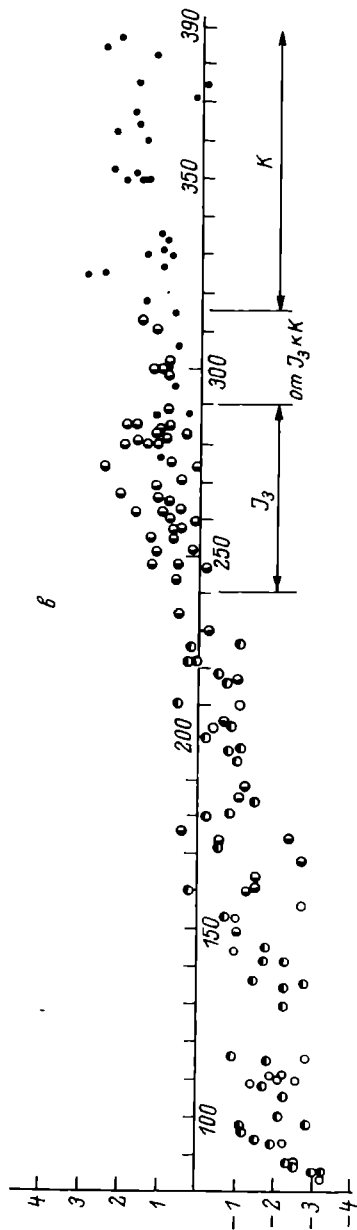


а

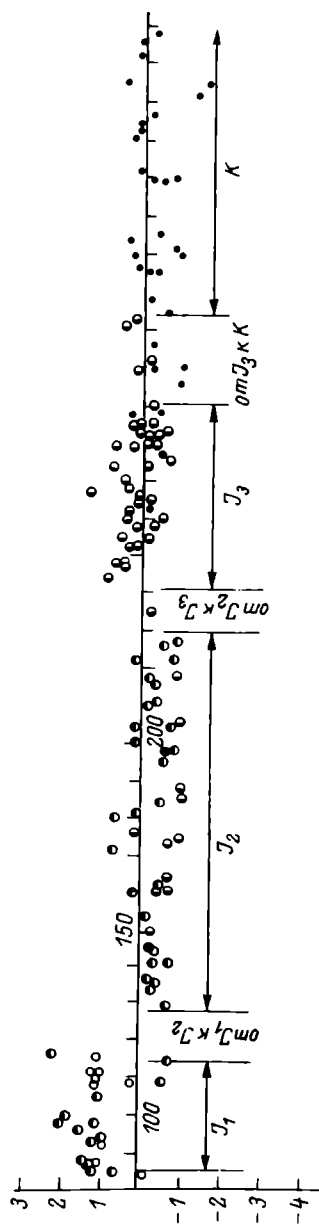


Изменение главных компонент в процессе роста и развития леща.

а, б – первая и вторая главные компоненты. в, г – первая и вторая главные компоненты с нанесенными на них стадиями зрелости гонад самцов и самок; 1 – ювенильная стадия; 2 – I стадия; 3 – II стадия; 4 – III и IIII стадии.



z



Продолжение рисунка.

По оси ординат — значение компоненты, по оси абсцисс — длина рыбы, мм.

1. А н д р е е в а А.М. Оогенез леща *Abramis brama* (L.) (Cyprinidae) Рыбинского водохранилища. - *Вопр. ихтиологии*, 1983, т.23, вып.2, с.257-261.
2. В а с н е ц о в В.В. Этапы развития костистых рыб. - В кн.: *Очерки по общим вопросам ихтиологии*. М; Л., 1953, с.207-217.
3. Ж и т е н е в а Т.С. Изменение продолжительности этапов позднего онтогенеза леща *Abramis brama* (L.) (Cypriniformes, Cyprinidae) Рыбинского водохранилища под влиянием экологических факторов/ ИБВВ АН СССР. Борок, 1983. 16 с. Дел. в ВИНТИ 9.03.83, № 1234-83.
4. Ж и т е н е в а Т.С. О новом этапе развития в позднем онтогенезе леща *Abramis brama* (L.) (Cyprinidae)/ ИБВВ АН СССР. Борок, 1984. 25 с. Дел. в ВИНТИ 19.09.84, № 6299-84.
5. Ж и т е н е в а Т.С., С е и т о в В.П. К методике установления этапов развития леща *Abramis brama* (L.) (Cypriniformes, Cyprinidae) Рыбинского водохранилища на основе морфометрических данных/ ИБВВ АН СССР. Борок, 1981. 15 с. Дел. в ВИНТИ 10.12.81, № 5628-81.
6. П р а в д и н И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966. 376 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

1У советско-американский симпозиум по водной токсикологии (Б.А.Флёров)	3
О мерах, принимаемых Комиссией Ярославского облисполкома, по охране и рациональному использованию природных ресурсов (А.И.Гончаров)	4

СООБЩЕНИЯ

Б у т о р и н А.Н. Сезонная динамика темновой ассимиляции уг- лекислоты микрофлорой поверхностной пленки илов Рыбинского водохранилища	7
Д з ю б а н А.Н., Д а у к ш т а А.С. Численность маслянокис- лых бактерий в илах с различным составом органического ве- щества	9
С и г а р е в а Л.Е. О содержании бесфитовых пигментов в фи- топланктоне	14
З о л о т а р е в В.А. Микрозооперифитон некоторых водоемов Карелии, Сообщение 2. Динамика численности	16
Г о л у б е в а И.Д., Ш п а к Т.Л. Высшая водная раститель- ность зоны затопления Нижнекамской ГЭС	18
К р а с н о в а А.Н. К морфологии и экологии видов рода <i>Ту-</i> <i>рpha</i> L. озер Северо-Двинской системы	22
М ы л ь н и к о в А.П. Биология жгутиконосца <i>Cercobodo</i> <i>cometa</i> Holl., <i>emend.</i>	24
В е л и ч к о Е.С. Предварительные данные по морфологическим различиям популяций <i>Dorylaimus stagnalis</i> (Nematoda) из Ивановского и Цимлянского водохранилищ	28
Л а п к и н а Л.Н., С т о й к о в а О.А. Холинэстеразы пиявок Г о с т е в С.Н., К о з л о в с к и й С.В. К вопросу о роли тютюльки в питании судака Куйбышевского водохранилища	33
А н д р е е в а А.М. Идентификация сывороточного альбумина и изучение его некоторых физико-химических свойств у представи- телей семейства <i>Acipenseridae</i> и <i>Cyprinidae</i>	36
Л у к ь я н е н к о В.В. Особенности фракционного состава гемо- глобина двух видов сибирских осетровых	40
Л у к ь я н е н к о В.В., В а с и л ь е в А.С. Сравнительный электрофоретический анализ гемоглобина туводной стерляди (<i>Acipenser ruthenus</i> L.)	44
Л у к ь я н е н к о В.И., С у б б о т к и н М.Ф., С у б б о т- к и н а Т.А. Особенности антигенного состава сывороточных	

белков двух экологических рас волжской стерляди (<i>Acipenser ruthenus</i> L.)	48
Ч у й к о Г.М. Устойчивость карпа и окуня к хлорофосу и ДДВФ	51
Г е н к а л С.И., М е т е л е в С.И. К методике приготовления препаратов диатомовых водорослей для сканирующей электронной микроскопии	55
Ж и т е н е в а Т.С. К методике определения этапов развития в позднем онтогенезе леща <i>Abramis brama</i> (L.) (Cyprinidae) ряда водоемов Северо-Запада СССР. Сообщение II . . .	60

CONTENTS

INFORMATION

Page

The IV soviet-american symposium on water toxicology (B.A. Flerov)	3
On measures, taken by the Commission of Jaroslavl Regional Executive Committee, by protection and rational use of natural resources (A.I. Gontcharov)	4

REPORTS

Butorin A.N. Seasonal dynamics of dark assimilation of carbon dioxide by microflora of silts surface film in the Rybinsk reservoir	7
Dsuban A.N., Daukshta A.S. Abundance of oil-acid bacteria in silts with various structure of organic matter	9
Sigareva L.E. On content of phytolness pigments in phytoplankton	14
Solotarev V.A. Microsooperiphyton of some lakes of Karelia. Communication 2. Dynamics of abundance	16
Golubeva I.D., Shpack T.L. High water plants in flooded zone in Niznekamsk hydroelectric power station	18
Krasnova A.N. To morphology and ecology of species of Typha L. genus in the lakes of the North-Dvina system	22
Mylnikov A.P. Biology of flagellates Cercobodo cometa Holl., emend.	24
Velichko E.S. Supposed data on morphological differences in populations Dorylaimus stagnalis (Nematoda) in Ivankovo and Tsymliansk reservoirs	28
Lapkina L.N., Stoikova O.A. Cholinesterase of leeches	29
Gostev S.N., Koslovskiy S.V. To the problem on the role of "tyulka" in feeding of zander in Kuibyshev reservoir	33
Andreeva A.M. Identification of serum-albumin and investigation of some physico-chemical properties of specimens of Acipenseridae and Cyprinidae	36
Lukjanenko V.V. Peculiarities of fractional composition of haemoglobin of two species of sibi-	
	67

an sturgeons (<i>Acipenseridae</i>)	40
L u k j a n e n k o V.V., V a s i l i e v A.S. Com- parative electrophoretic analysis of haemoglobin of <i>Acipenser ruthenus</i>	44
L u k j a n e n k o V.I., S u b b o t k i n M.F., S u b b o t k i n a T.A. Peculiarities of antige- nic composition of serum proteins of two ecological races of Volga sterlet (<i>Acipenser ruthenus</i> L.) . .	48
C h u i k o G.M. Steadness of carp and perch to chlorophoses and DDVF	51
G e n k a l S.I., M e t e l e v S.I. To the method of diatoms preparations making for scanning electron microscope	55
Z h i t e n e v a T.S. To the method of determina- tion of development stages in late ontogeny of bream (<i>Abramis brama</i> L.) (<i>Cyprinidae</i>) in the in- land waters of North-West of the USSR. Report II.	60

ИСПРАВЛЕНИЕ

<i>Страница</i>	<i>Строка</i>	<i>Напечатано</i>	<i>Должно быть</i>
28	21 снизу	(см. таблицу)	(см. таблицу на с. 26)

Зак. 118