

ISSN 0320-9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

52

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 52



ЛЕНИНГРАД

«НАУКА»

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

1981

ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR INSTITUTE OF
BIOLOGY OF INLAND WATERS SCIENTIFIC COUNCIL FOR
PROBLEMS OF HYDROBIOLOGY, ICHTHYOLOGY AND UTI-
LIZATION OF BIOLOGICAL RESOURCES OF WATERBODIES

BIOLOGY OF INLAND WATERS
Information Bulletin

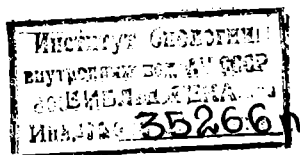
№ 52

УДК 577.472(28)

Издание содержит информации о конференции, посвященной водоемам Прибалтики, Белоруссии и Карелии, о семинаре по органической гидрохимии нефтегазоносных бассейнов и XXI Лимнологическом конгрессе. Основное содержание выпуска составляют работы по зообентосу, зоопланктону, зоологии пресноводных беспозвоночных и по ихтиологии. Имеются также статьи по пресноводной гидрологии, гидрохимии и по методике гидробиологических исследований. Рассчитан на широкий круг гидробиологов, зоологов, ихтиологов и гидрологов.

Главный редактор А.В. МОНАКОВ

Ответственный редактор Б.А. ВАЙНШТЕЙН



XX НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ИЗУЧЕНИЮ И ОСВОЕНИЮ ВОДОЕМОВ ПРИБАЛТИКИ, БЕЛОРУССИИ И КАРЕЛИИ

Конференция состоялась в Риге с 9 по 11 октября 1979 г. В ее работе приняло участие 268 человек. Работа проходила в 6 секциях: 1) гидрохимические исследования водоемов, 2) ихтиология и рыбное хозяйство внутренних водоемов, 3) прудовое и садковое рыбное хозяйство, 4) лимнобиологические исследования водоемов, 5) санитарная гидробиология и водная токсикология, 6) исследования Балтийского моря.

Тезисы докладов опубликованы в 2 томах общим объемом около 22 печатных листов.

Участники конференции отметили, что за 20-летний период изучения внутренних водоемов Прибалтики, Белоруссии и Карелии выполнена большая работа по теории современной гидробиологии и ихтиологии и по их практическому применению. Важное место в исследованиях уделено вопросам интенсификации рыбоводства, повышению кормовой базы и рыбной продукции в пресных и морских водоемах.

Особенно подчеркивалось первостепенное значение проблемы чистой воды и охраны водоемов от загрязнения. Отмечалось, что в настоящее время проводятся исследования по изучению антропогенного эвтрофирования водоемов и водотоков и по разработке мер по их оздоровлению.

В резолюцию включены 4 пункта.

1. Расширить работу по унификации методов гидробиологических и ихтиологических исследований для получения сопоставимых материалов, освещающих процессы биопродуктивности на различных трофических уровнях.

2. Для разрешения проблем ихтиологии и рыбоводства на современном научном уровне необходимо расширение работ в области прудового рыбного хозяйства, уделяя внимание генетически-селекционным исследованиям.

3. Одобрить исследования, проводимые Институтом биологии АН ЛатвССР по гидробиологическому и микробиологическому изучению территориальных вод СССР на акватории Балтийского моря, в которых большое внимание было уделено оценке содержания в морской воде и морских гидробионтах тяжелых металлов и установлению уровня предельно допустимой их нагрузки в отдельных участках этого моря.

4. Расширить исследования внутренних водоемов в области санитарной гидробиологии, водной токсикологии и гидрохимии.

М.Н. Матисоне, Б.А. Скопинцев

III ВСЕСОЮЗНЫЙ СЕМИНАР ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ГИДРОГЕОХИМИИ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ

Семинар, проходивший в Москве с 18 по 20 октября 1979 г., был созван по плану Научного совета по проблемам геологии и геохимии нефти и газа АН СССР. В его работе приняло участие 120 человек из более чем 40 научно-исследовательских и производственных организаций.

Работа семинара проходила в 5 секциях: 1) основы органической гидрогеохимии нефтегазоносных бассейнов (14 докладов); 2) закономерности распределения органического вещества в подземных водах различных нефтегазоносных бассейнов, и водорастворенное органическое вещество (ОВ) как показатель нефтегазоносности (31); 3) методы анализа водорастворимых органических веществ (14); 4) водорастворимые органические вещества морских вод (5); 5) разное (7 докладов).

Во вступительном докладе Е.А. Барс подвела итоги работ в области гидрогеохимии нефтегазоносных бассейнов за истекшие 7 лет и наметила задачи будущих работ. Большое внимание было уделено разработке методов определения валового содержания растворенного ОВ и отдельных его компонентов. Так, были разработаны новые методы определения метано-нафтеновых и ароматических углеводородов (в том числе полиядерных) с применением газовой и газожидкостной хроматографии, низкотемпературной люминесцентной спектроскопии, электронной микроскопии и т.д. Ряд отдельных компонентов растворенного ОВ используется в качестве показателей нефтегазоносности.

Результаты этих исследований весьма ценны и важны и для химиков, изучающих растворенное ОВ поверхностных и глубинных (грунтовых, артезианских, лечебных — минеральных) вод суши. Они имеют существенное значение при изучении углеводородов природного происхождения, находящихся в поверхностных водах и при оценке их роли в глубинных (подземных) водах, имеющих лечебное значение.

То же следует сказать и о работах, в которых проводится учет влияния техногенного ОВ нефтяной природы на качество поверхностных и глубинных вод, используемых в бытовых и промышленных целях, и на экологические условия открытых водоемов.

Несомненно эффективно использовать опыт изучения органического вещества вод нефтегазоносных областей при изучении естественного самоочищения поверхностных и подземных вод от внесенной в них нефти и нефтепродуктов.

Краткое содержание всех докладов изложено в опубликованных тезисах общим объемом 9 печатных листов. Ознакомление с ними позволит читателям более подробно узнать об успехах, достигнутых исследователями, работающими в области органической гидрогеохимии.

Е.А. Барс, Б.А. Скопинцев

XXI ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС

XXI конгресс Международной ассоциации теоретической и прикладной лимнологии (SIL) проходил с 24 по 31 августа 1980 г. в г. Киото (Япония). В нем приняли участие около 600 ученых из 42 стран. Программа работы конгресса определялась девизом „За лучшую пресноводную среду“ и включала широкий круг вопросов современной лимнологии. Было представлено 385 устных и 51 стендовый доклад. На тематических заседаниях заслушаны устные доклады на темы: 1) зоопланктон (полиморфизм, распределение, сезонная и годовая динамика, питание, поведение, физиология); 2) динамика сообществ и экосистем; 3) первичная продукция фитопланктона (первичная продукция и хлорофилл, распределение и динамика фитопланктона, динамика и кинетика роста, динамика биогенов, опыты по удобрению, эвтрофирование и биогенная нагрузка, контроль и моделирование); 4) микробиальная экология (распределение и активность микроорганизмов, физиология, разложение органического вещества, его распределение и динамика); 5) гидрология; 6) физические свойства среды и движение воды; 7) региональная лимнология (Великие озера, тропическая лимнология, структура и функционирование водных экосистем); 8) подкисление и кислые воды; 9) экология и геохимия речных экосистем; 10) загрязнение и самоочищение водных объектов; 11) водоросли; 12) геохимические аспекты седиментации (геохимия осадков, поведение химических элементов, тяжелые металлы и их влияние на водные организмы); 13) палеолимнология; 14) рыбы (общая биология, питание, рост, динамика популяций, межвидовые взаимоотношения); 15) зообентос (ракообразные, моллюски, насекомые, хищничество, продукция, видовые взаимоотношения).

В начале конгресса была прочитана традиционная лекция „О значении палеолимнологического изучения древних озер — оз. Бива и другие реликтовые озера“ (Ш. Хори, Япония), посвященная памяти Бальди. На пленарных заседаниях заслушаны доклады Ч. Голдмана (США) „Озеро Тахо: двадцатилетние изменения в озере, характеризующемся дефицитом азота“, и Д. Ульмана (ГДР) „Лимнологическая основа очистки стоков в целях предотвращения загрязнения вод“.

Советскими учеными прочитано 8 докладов. Четыре доклада (Н.В. Буторин, А. Грегялис, Т.И. Малинина, А.Х. Касымов) сделаны на заседании, посвященном динамике сообществ и экосистем,

один (Н.А. Зиминова) – на заседании по геохимическим аспектам седиментации, один (К.К. Янкаявичус) – на заседании по влиянию загрязнений на водные системы, и два доклада (Л.А. Сиренко, А.Я. Маляревская), посвященные влиянию загрязнений на водные организмы, были представлены на стенде. Уровень советских докладов соответствовал общему научному уровню конгресса. Все доклады вызвали интерес у участников конгресса.

Закрытие конгресса предшествовала Генеральная ассамблея участников, на которой были проведены выборы нового руководства.

Президентом SIL избран К. Урман (Швейцария), вице-президентами – Ш. Хори (Япония) и Д. Фрей (США), издателем – В. Сладек (Чехословакия), генеральным секретарем и казначеем – Р. Ветцель (США).

Генеральная ассамблея SIL приняла резолюцию, предписывающую Исполнительному комитету SIL оказывать материальную поддержку молодым лимнологам из развивающихся стран при вступлении их в члены SIL и при прохождении стажировки в научных учреждениях развитых стран. В развитие резолюции по „Глобальным ресурсам“, принятой на предыдущем XX конгрессе, ассамблея постановила следующее.

1. Подтвердить намерение объявить 1982–1992 гг. „Всемирной декадой биосферы“ с целью расширения общественных, политических и научных мероприятий по охране биосферы.

2. Обязать Исполнительный комитет и его консультативную комиссию усиливать международное влияние и эффективность действий SIL по улучшению эксплуатации внутренних вод и их биологических ресурсов.

3. Обязать Исполком SIL обратить особое внимание на реки и речные ландшафты, ввиду того что некоторые народы и их правительства не осознают ущерба, уже нанесенного этому виду ресурсов.

XXII конгресс SIL состоится в 1983 г. в г. Лионе (Франция).

Н.В. Буторин, Н.А. Зиминова

СООБЩЕНИЯ

УДК 574.57 (285.2)

С.М. Ляхов, Е.Я. Андросова, А.В. Иватин,
А.Ф. Тимохина, С.И. Третьякова

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1976 г.

В гидрометеорологическом отношении 1976 год был маловодным, умеренно прохладным.

По данным Тольяттинской гидрометобсерватории, особенно низкие уровни воды наблюдались с января по май. Объем водохранилища к 1 марта оказался на 8.7 км³ меньше, а уровень на 2.43 м ниже, чем в маловодном 1975 г. Наполнение водохранилища началось в первой половине апреля. Далее после весенних сбросов уровень воды постепенно повышался и максимального значения достиг в начале сентября, так и не превысив НПГ. В середине сентября уже началась интенсивная сработка водохранилища.

Прогрев воды начался в апреле, но даже в 3-й декаде мая температура воды изменялась по длине водохранилища от 10.1 до 12.5° и не более. Среднемесячная температура воды в июле была на 2° ниже средней многолетней (18.6–19.2°). Резкое понижение температуры, до 7.8° у г. Тольятти, отмечалось в октябре. Ледостав наступил рано, в конце октября–начале ноября. Скорость течения воды на динамической оси водохранилища во время паводка в Волжском плесе достигала 88 см/с, в районе Ульяновска – 61 см/с, близ г. Тольятти – 51 см/с. Летом она колебалась от 2 до 30 см/с. Весь безледоставный период был относительно тихим. В июле повторяемость скорости ветра 10 м/с составила 2.5%, в октябре – 6.4% от наблюдаемых случаев. Соответственно этому волнение было умеренным.

Как и в прежние годы, комплексные наблюдения проводились по общепринятой методике ежемесячно с мая по октябрь на 12–17 постоянных станциях. В озеровидных плесах помимо глубоководной части исследовались пространства залитой поймы и надпойменной террасы. Названия плесов употребляются те же, что приняты на Куйбышевской биологической станции ИБВВ АН СССР (Дзюбан, 1960).

Химизм воды. Низкая температура воды, осадки, осеннее ветровое перемешивание и ослабленная вегетация водорослей обусловили пониженную концентрацию кислорода в воде в течение всего вегетационного периода. Содержание его колебалось в поверхностном слое от 6.3 до 9.6 мг/л (63–92% насыщения), в придонном – от 6.0 до 8.9 мг/л (63–81%). Исключение, как обычно, составлял Черемшанский залив (глубина 10 м), где температура воды была в ре-

нем на 4.5° выше, чем в водохранилище. Вследствие этого здесь отмечалось более интенсивное цветение воды, поэтому насыщение ее кислородом было выше (114.2% в поверхностном слое и 95% в придонном). В самом водохранилище пересыщение воды кислородом отмечалось только в августе–сентябре в Приплотинном плесе.

Поскольку процессы фотосинтеза были ослаблены, концентрация биогенных элементов почти не изменялась по сезонам и была, за исключением кремния, в 1.2–1.5 раза выше, чем в маловодные и жаркие годы (1966, 1972, 1975), сопровождавшиеся бурной вегетацией водорослей. Среднегодовое содержание кремния в 1976 г. (2.3–2.6 мг/л) было таким же, как в 1975 г., что можно объяснить благоприятными условиями для развития диатомовых водорослей, основных потребителей кремния.

Содержание органического вещества было высоким. Так, величина перманганатной окисляемости поднималась до 12.8 мгО/л (в среднем 9.3 мгО/л), бихроматная – до 55.0 мгО/л (в среднем 43.5 мгО/л), цветность – до 80° (в среднем 50°). Высокие и сравнительно близкие показатели органического вещества оставались в течение всего вегетационного периода. По-видимому, это связано с поступлением легкорастворимого органического вещества из донных отложений, образовавшихся после жаркого и высокопродуктивного 1975 г.

Фитопланктон. Доминировали диатомовые и синезеленые водоросли. Динамика сезонного развития характеризовалась сравнительно высокими показателями численности и биомассы водорослей в мае (9.5–13.6 млн кл./л, 6.7–30.7 г/м³), вызванными ранней вегетацией диатомовых, снижением общего количества водорослей в июле и максимальными в сезоне величинами численности и биомассы в августе (60–310 млн кл./л, 17.8–42.8 г/м³). Диатомовые водоросли преобладали в планктоне постоянно, максимальных же величин достигали весной и особенно осенью преимущественно в верхних (Волжском и Волго-Камском) плесах. Вследствие низких температур воды развитие синезеленых было сдвинуто к августу. Распределение их по акватории водоема было сходным с первыми годами существования водохранилища. Максимальное количество синезеленых отмечалось в нижних участках, особенно в Приплотинном плесе (21.0 г/м³) и в Черемшанском заливе (22.0 г/м³). Вследствие меньшей прогреваемости воды среднесезонная биомасса фитопланктона в водохранилище в 1976 г. была в 3 раза ниже, чем в 1975 г., и составила 5.7 г/м³.

Бактериопланктон. Общая численность бактериопланктона в течение вегетационного периода в различных участках водохранилища изменялась от 0.71 до 4.44 млн/мл. Как и в предыдущие годы, численность бактерий была наиболее высокой в мае в связи с поступлением аллохтонной микрофлоры с суши. В последующие месяцы содержание микрофлоры в воде постепенно уменьшалось, лишь в сентябре отмечалось некоторое увеличение за счет потребления органического вещества отмирающих водорослей. Как и в другие

годы, между поверхностными и придонными горизонтами воды больших различий в содержании бактериальных клеток не отмечалось, хотя в отдельных случаях у дна их насчитывалось примерно в 1.5–2 раза больше. В мае, июне и октябре средние для водохранилища данные указывают на некоторое увеличение численности бактерий в придонных слоях воды. Весной и в начале лета это связано с оседанием бактерий вместе с терригенными частицами, а в октябре, по видимому, с органическим веществом разлагающегося фитопланктона. Размер бактерий в течение вегетационного периода колебался в пределах 0.24–0.33 мкм³, в среднем составлял около 0.3 мкм³. Биомасса бактериопланктона в различных участках водохранилища была в пределах 0.30–0.98 мг/л. Сезонное изменение биомассы бактерий несколько отличалось от изменений их численности. Это обусловлено разными размерами микроорганизмов. В сентябре они оказались наиболее мелкими, поэтому в отличие от численности их биомасса по сравнению с августом не увеличилась. В целом по водохранилищу биомасса бактерий в воде в течение вегетационного периода изменялась в пределах 2700–4200 т в сухом весе. Общая численность и биомасса бактериопланктона в водохранилище по сравнению с данными прежних лет не изменились. Характер сезонных изменений этих показателей соответствует средним многолетним данным.

Зоопланктон. Поздний прогрев и низкая температура воды в весенне-летний период обусловили более позднее и менее интенсивное развитие зоопланктона по сравнению с предыдущим жарким годом (Ляхов и др., 1979). Среднемесячная численность его за вегетационный период составила 78 тыс. экз./м³, что в 1.4 раза меньше соответствующего показателя в 1975 г. При этом 56% общего количества приходилось на долю коловраток, среди которых доминировали *Brachionus calyciflorus*, *Conochilus unicornis*, *Keratella quadrata* и *Synchaeta* spp., 29% составляли циклопы, представленные в основном *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti* и *Acanthocyclops vernalis*, 12% – клadoцеры, среди которых доминировала *Daphnia longispina*. Роль каланид в общей массе планктона, как обычно, была невелика.

В целом характер сезонных изменений, видовой состав и количественное распределение зоопланктона по районам мало отличались от предшествующих лет. В сезонном развитии отмечены 2 пика численности и биомассы. Первый в июне (178 тыс. экз./м³, 0.8 г/м³) за счет коловраток (*K. quadrata*, *C. unicornis*, *Synchaeta* spp.) и циклопов (преимущественно *C. vicinus*, на долю которых приходилась половина всей биомассы зоопланктона). Второй пик в августе создавали коловратки и клadoцеры, среди которых доминировали *B. calyciflorus* и *D. longispina*. Верхние участки водохранилища отличались более высокими количественными показателями, снижающимися по направлению к плотине. Вместе с тем изменялось и соотношение отдельных групп. В частности, в Волжском плесе, где преобладали коловратки, среднемесячная численность и

биомасса составляли 115 тыс.экз./м³ и 0,6 г/м³, в Приплогинном плесе, где превалировал рачковый планктон, — 25 тыс. экз./м³ и 0,2 г/м³. Как обычно, самая высокая численность зоопланктона отмечена в Черемшанском заливе (152 тыс. экз./м³).

Зообентос. Уровень развития бентоса, как и в предыдущем 1975 г. (Ляхов и др., 1979), продолжал оставаться высоким. Средняя биомасса за вегетационный период на бывшем русле Волги составила 33,2 г/м², на затопленной суше — 10 г/м², т.е. значительно выше, чем на бывшем русле Волги в 60-х годах. Очевидно, это связано с прогрессирующим накоплением органики в донных отложениях бентали водохранилища и повышением их трофности. Господствующее положение в бентосе занимали тубифициды (80% биомассы на бывшем русле Волги и 70% на затопленной суше). Оценивая в общем интенсивность биологических процессов в пелагиали Куйбышевского водохранилища в вегетационный период 1976 г., следует признать, что вследствие пониженной температуры воды этот год был относительно малопродуктивным.

Л и т е р а т у р а

- Д з ю б а н Н.А. О районировании Куйбышевского водохранилища. — Бюл. Ин-та биол. водохр., 1960, № 8-9, с. 53-56.
- Л я х о в С.М., А н д р о с о в а Е.Я., И в а т и н А.В., Т и м о х и н а А.Ф., Т р е т ь я к о в а С.И. Гидробиологический режим Куйбышевского водохранилища в 1975 г. — Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1979, № 46, с. 22-26.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.583 (285.2):591

В.Н. С т о л б у н о в а

О ЗООПЛАНКТОНЕ ОТКРЫТЫХ ПЛЕСОВ УГЛИЧСКОГО И ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ В 1977-1978 гг.

Начиная с 1977 г. производились регулярные сезонные наблюдения над зоопланктоном Угличского и Иваньковского водохранилищ. С этой целью зоопланктон собирали на 7 постоянных станциях. Рейсы в 1977 г. проводились в мае, июле и октябре, а в 1978 г. с мая по октябрь ежемесячно. Все станции находились в открытой части водохранилищ на глубинах от 8 до 15 м и лишь ст. 7 (Мигалово) на глубине до 5 м. Пробы брали 10-литровым планктобаторометром системы ДК со всех горизонтов через каждые 2 м, сое-

дняя их в одну. Всего собрано и обработано 65 проб по общепринятой методике.

Зоопланктон Угличского и Иваньковского водохранилищ исследовался и ранее (Мордухай-Болтовская, 1959; Столбунова и др., 1975; Столбунова, 1976; Ривьер, 1978). Как и в 50-х годах (Мордухай-Болтовская, 1959), зоопланктон Волжского плеса (Мигалово и Городня) Иваньковского водохранилища в 1977-1978 гг. сохранял речной характер. Коловратки преобладали над ракообразными, планктон количественно очень беден (рис. 1, Б; 2, А, Б).

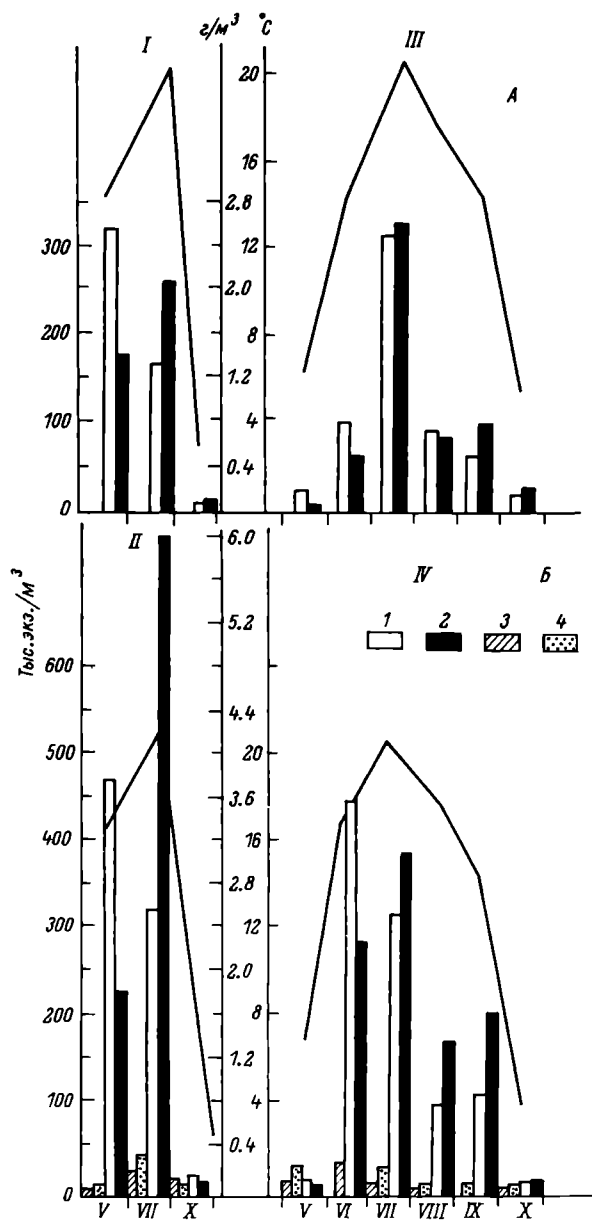
В Иваньковском плесе в мае 1977 г. преобладали коловратки *Synchaeta*, *Conochilus*, *Keratella quadrata*, *Asplanchna priodonta*. Из *Cladocera* интенсивно размножалась *Bosmina longirostris* (рис. 2, А). Наибольшего развития биомасса достигала в первых числах июля, когда во множестве появились ракообразные — 6 г/м³ (рис. 1, Б), среди которых доминирующей формой стала *Daphnia cucullata* (до 4 г/м³). В конце октября зоопланктон был чрезвычайно беден (рис. 1, Б; 2, А).

В связи с неблагоприятными погодными условиями 1978 г. (дождливый, холодный, с поздней весной) весеннее развитие зоопланктона несколько запаздывало, в мае его было чрезвычайно мало (рис. 1, Б; 2, Б). Наибольшей массы зоопланктон достиг в период максимального прогрева воды (в середине июля 3.07 г/м³), хотя она была в 2 раза ниже, чем в 1977 г. Преобладали кладоцеры *Bosmina coregoni coregoni* — вид, процветающий в северных водоемах, и *Daphnia cucullata*.

В августе-сентябре в биомассе преобладали ветвистоусые, но она снизилась почти вдвое, а в октябре зоопланктона было уже мало (рис. 1, Б). Роль циклопов (теплолюбивые виды *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides*, *M. crassus*, *Cyclops vicinus*) невелика, диаптомид мало.

Зоопланктон Угличского водохранилища по видовому составу сходен с таковым Иваньковского, но по количественным показателям беднее. Так, в 1977 г. максимальная его биомасса почти в 3 раза была меньше, чем в Иваньковском плесе (2.12 против 6.0 г/м³) (рис. 1). Весной, как и в Иваньковском плесе, в зоопланктоне преобладали коловратки *Synchaeta*, *Conochilus*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Asplanchna priodonta*, из ветвистоусых — *Bosmina longirostris*, а в период наибольшей биомассы (начало-середина июля) — *Cladocera*, в основном *Daphnia cucullata*. Значительную роль в зоопланктонном комплексе играли *Bosmina coregoni coregoni*, *Daphnia longispina*, *D. cristata*, из *Copepoda* встречались *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides*, *Cyclops vicinus*, *Eudiaptomus gracilis*.

В обоих водохранилищах в большом количестве встречались личинки *Dreissena*, максимальное число их было отмечено в июле 1978 г. на ст. Липня (Иваньковский плес) — до 233 тыс. экз./м³,



Т а б л и ц а 1

Средние величины биомассы зоопланктона, г/м³

Водохранилище	1970*	1973*	1974*	1975	1977	1978
Июнь-август						
Иваньковское, Иваньковский плес	3.37	3.50	2.90	2.70	3.90	2.24
Угличское	-	-	1.42	1.40	1.77	1.27
Рыбинское**	-	0.72	0.97	0.80	0.82	-
За сезон						
Иваньковское, Иваньковский плес	2.16	-	1.70	1.90	2.60	1.42
Угличское	-	-	0.98	0.90	1.19	0.81
Рыбинское**	0.34	-	0.78	0.69	0.62	-

* Данные И.К. Ривьер, ** материалы стандартных рейсов, обработанные И.М. Лебедевой.

в Волжском плесе их почти не было (не более 0.2 тыс. экз./м³), а в Угличском водохранилище у Калязина - до 133 тыс. экз./м³.

Сравнение средних за июнь-август и среднесезонных величин биомассы зоопланктона за последние годы в Иваньковском плесе, Угличском и Рыбинском водохранилищах показывает, что Угличское водохранилище занимает промежуточное положение между высокопродуктивным Иваньковским водохранилищем и малокормным Рыбинским (табл. 1).

Сравнивая данные 1977-1978 гг. с таковыми 50-х, наблюдаем возрастание биомассы зоопланктона в Иваньковском плесе за последние годы, на что ранее указывалось И.К. Ривьер (1978). В Угличском водохранилище в 1977 г. биомасса зоопланктона была также значительно выше, чем в 50-х (табл. 2).

Рис. 1. Динамика численности и биомассы зоопланктона.

А - Угличское водохранилище, Б - Иваньковское водохранилище. I, II - 1977 г., III, IV - 1978 г. 1, 2 - численность и биомасса зоопланктона в Угличском водохранилище и Иваньковском плесе, 3, 4 - биомасса и численность зоопланктона в Волжском плесе. По оси ординат - численность зоопланктона (тыс. экз./м³), биомасса зоопланктона (г/м³), температура (°C); по оси абсцисс - месяцы.

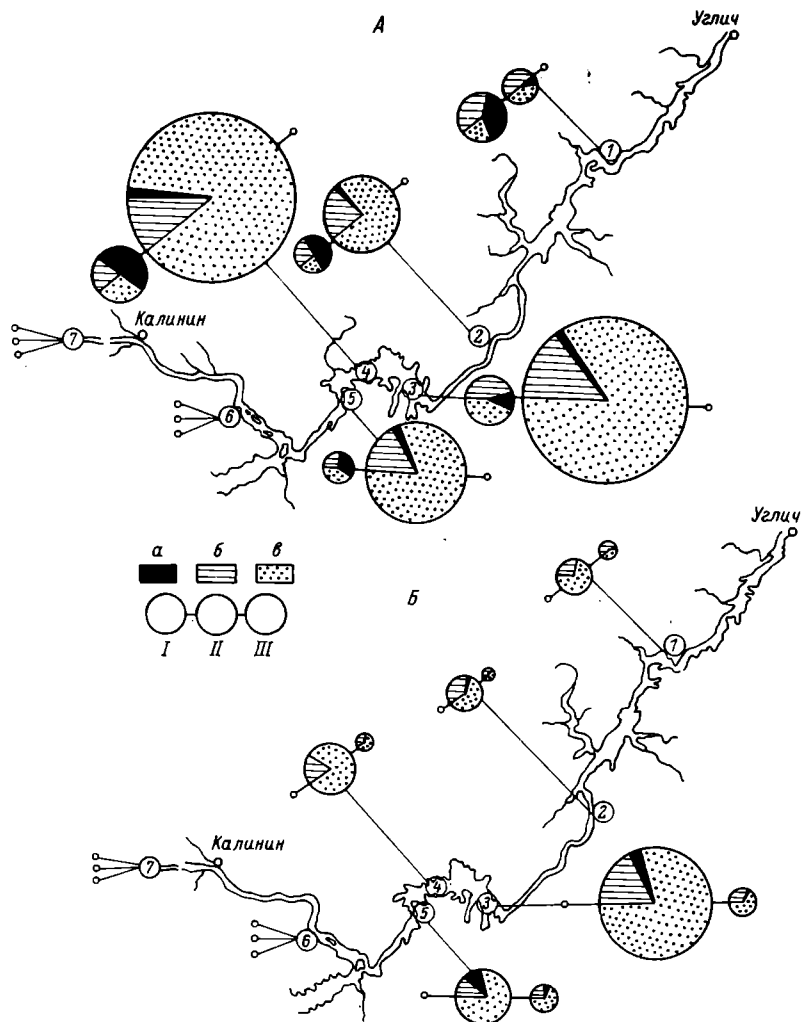


Рис. 2. Биомасса зоопланктона (по группам организмов) Угличского и Ивановского водохранилищ.

А - 1977 г., Б - 1978 г. а - Rotatoria, б - Copepoda, в - Cladocera. I - весна, II - лето, III - осень. Станции: 1 - Калязин, 2 - Кимры (1977 г.), Белый Городок (1978 г.), 3 - Липня, 4 - Корчева, 5 - Водозабор, 6 - Городня, 7 - Мигалово. Диаметр $1 \text{ см} = 1 \text{ г/м}^3$.

Т а б л и ц а 2

Сравнение биомассы зоопланктона (г/м³)
в 1977-1978 гг. с данными 50-х годов

Иваньковский плес Иваньковского водохранилища								
1955			1977			1978		
У	УІ	Х	У	УІ	Х	У	УІ	Х
0,01	1,69	0,47	1,77	5,99	0,07	0,04	3,07	0,04

Угличское водохранилище							
1955*				1956*			
У	УІ	УІІІ	Х	У	УІ	УІІІ	Х
0,005	0,18	0,75	0,28	-	0,27	1,06	0,04

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Угличское водохранилище							
1977				1978			
У	УІ	УІІІ	Х	У	УІ	УІІІ	Х
1,42	2,12	-	0,04	0,05	0,49	0,75	0,2

* Данные Э.Д. Мордухай-Болтовской [1959].

Л и т е р а т у р а

- Мордухай-Болтовская Э.Д. Зоопланктон Иваньковского и Угличского водохранилищ в 1955-1956 гг. - Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, вып. 1(4), с. 161-175.
- Ривьер И.К. Зоопланктон. - В кн.: Иваньковское водохранилище и его жизнь. Л., 1978, с. 174-196.
- Столбунова В.Н. Зоопланктон прибрежной зоны Рыбинского и Иваньковского водохранилищ в 1971-1974 гг. - В кн.: Гидробиологический режим прибрежных мелководий Верхне-Волжских водохранилищ. Ярославль, 1976, с. 170-212.
- Столбунова В.Н., Ривьер И.К., Пидгайко М.Л. Новые для Иваньковского водохранилища виды план-

УДК 574.52(28):591

Е.С. В е л и ч к о

О МЕЙОБЕНТОСЕ НОВОТРОИЦКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Новотроицкое водохранилище, образованное путем зарегулирования стока р. Егорлык, используется как водоем-охладитель Ставропольской ГРЭС. Расположенное на юге страны, оно отличается высокой естественной температурой воды и представляет несомненный интерес для изучения влияния сбросных подогретых вод тепловых электростанций на гидрофауну. Ранее мейобентос этого водоема не изучался.

Во время полевых наблюдений придонная температура воды колебалась в зоне влияния сбросных вод от 26.2 до 30°, на участках, не подверженных подогреву, - от 22.6 до 24.8°. Средняя температура в зоне подогрева 27.4°, на контрольных участках - 23.9°. Состав грунта в обеих зонах сходен. В глубоководных частях это в основном илы, на мелководье - песок и заиленный песок. Материал собирался на участках, не занятых высшей водной растительностью. Всего в июле 1977 г. отобрано 20 проб мейобентоса (из них 13 количественных) и 10 проб мезофитобентоса. Обработка материала проводилась по общепринятой методике (Чиркова, 1975).

Качественный состав мейобентоса Новотроицкого водохранилища оказался сравнительно бедным. Всего отмечено 19 видов: нематоды (*Laimydorus flavomaculatus*, *Dorylaimus stagnalis*, *Tobrilus gracilis*, *Mesotheristus dubius*, *Paraplectonema pedunculata*, *Aphanolaimus* sp., *Chromadoridae* g. sp.), циклопы (*Paracyclops fimbriatus*, *Eucyclops serulatus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Acanthocyclops* sp., *Cyclops* sp.), клadoцеры (*Polycryptus sordidus*, *Disparalona rostrata*, *Chydorida* g. sp.), хирономиды (*Cricotopus* gr. *algarum*, *Polypedilum* gr. *nubeculosum*, *Procladius* sp., *Tanytarsus* sp.), и 2 группы (олигохеты и остракоды) остались неопределенными.

Средняя численность мейобентоса в пробах 229700 экз./м², биомасса - 2.386 г/м². Основную долю составляют нематоды - 171109 экз./м², 0.622 г/м² (встречаемость 100%) и молодь циклопов - 38914 экз./м², 1.218 г/м² (встречаемость 77%). Количество нематод заметно выше, чем в Рыбинском, Ивановском и Горьковском водохранилищах (Величко, 1975; Гагарин, 1975).

Средние количественные показатели численности (N , экз./м²) и биомассы (B , г/м²) мейобентоса на различных участках Новотроицкого водохранилища

Вид и группа	Глубоководные участки				Мелководные участки			
	зона подогрева		неподогреваемая зона		зона подогрева		неподогреваемая зона	
	N	B	N	B	N	B	N	B
<u>Oligochaeta</u>	7700	0.294	0	0.0	700	0.021	5600	0.219
<u>Laimydrus flavomaculatus</u>	42350	0.394	13020	0.126	10780	0.086	29867	0.275
<u>Dorylaimus stagnalis</u>	0	0.0	70	0.0005	0	0.0	2333	0.035
<u>Tobrilus gracilis</u>	26950	0.201	11900	0.120	21000	0.275	47600	0.381
<u>Mesotheristus dubius</u>	700	0.007	7490	0.075	10360	0.084	4667	0.047
<u>Paraplectonema peticulata</u>	318500	0.255	32900	0.062	2100	0.0045	19600	0.03
<u>Aphanolaimus sp.</u>	2100	0.001	2450	0.0015	700	0.0005	77000	0.045
<u>Bcero Nematoda</u>	390600	0.858	67830	0.385	44940	0.432	181067	0.813
<u>Illocryptus sordidus</u>	700	0.007	0	0.0	2100	0.020	0	0.0
<u>Bcero Cladocera</u>	700	0.007	0	0.0	22400	0.367	0	0.0
<u>Cyclopoida juv.</u>	99400	3.468	24500	1.041	10990	0.140	933	0.009
<u>Bcero Copepoda</u>	100100	3.500	36050	1.111	12040	0.150	7466	0.112
<u>Ostracoda</u>	0	0.0	0	0.0	700	0.0125	19600	0.432
<u>Procladius sp.</u>	0	0.0	1400	0.061	700	0.052	933	0.093
<u>Bcero Chironomidae</u>	0	0.0	1400	0.061	13300	0.503	6533	0.270
<u>Всего мейобентоса:</u>	499200	4.660	105280	1.557	94080	1.485	220266	1.846

Исх. 35266 n

Влияние искусственного подогрева на мейобентос можно проследить, сравнивая его количественные показатели в подогреваемой и неподогреваемой зонах отдельно для мелководных и глубоководных участков, так как кроме глубины эти участки отличаются составом грунта (см. таблицу). На глубоководных станциях общая численность и биомасса в зоне подогрева значительно выше, чем в контроле. Основную долю здесь составляют циклопы, большей частью их ко-пелоподитные стадии. Количество нематод, истинно донных животных, не подверженных вертикальным миграциям, также значительно выше на глубоководные зоны подогрева, чем в контроле.

На мелководных участках наблюдается иная картина. Количество циклопов примерно одинаково в обеих зонах, а количество нематод и вследствие этого общая численность и биомасса мейобентоса выше на неподогреваемых участках, чем в зоне подогрева. Разница, однако, не так велика, как на глубоководье. В зоне сильного подогрева с температурой до 30° количество мейобентоса еще ниже. Видовой состав нематод в пробах с этих участков беднее, отмечено только 2 вида — *Laimydorus flavomaculatus* и *Mesotheristus dubius*. По данным исследования мейофауны, в придонных скоплениях нитчатых водорослей количество нематод велико в зоне умеренного подогрева (около 27°) — 176490 экз./м^2 и 1.601 г/м^2 . В зоне сильного подогрева, в сбросном канале ГРЭС (около 32°), нематод не обнаружено совсем, хотя циклопы и хирономиды встречены в массе.

В среднем мейобентос подогреваемой зоны Новотроицкого водохранилища богаче, чем неподогреваемой, в основном за счет массового скопления циклопов на дне глубоководных участков.

Фауна нематод достигает большего развития на глубоководных участках зоны подогрева и на мелководьях с естественным температурным режимом. Высокая температура мелководных участков зоны сброса теплых вод оказывает, очевидно, на нематод некоторое угнетающее действие. Наиболее благоприятная температура для их жизнедеятельности скорее всего около $26-28^{\circ}$. Результаты исследования фауны нематод мезофитобентоса подтверждают эти данные. По имеющимся литературным данным, столь высокий температурный оптимум можно объяснить тем, что нематоды довольно эвритермные животные, некоторые виды (*Dorylaimus carteri*, *Chromadorita leucarti*, *Plectus parvus*, *Monchystera macrura* и др.) могут выживать даже в горячих минеральных источниках с температурой выше 40° (Pax, Soos, 1950).

Л и т е р а т у р а

В е л и ч к о Е.С. Предварительные данные по микрозообентосу Ивановского водохранилища. — Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1975, № 28, с. 36-39.

- Гаггарин В.Г. Донные нематоды некоторых волжских водохранилищ. — Гидробиол. ж., 1978, т. 14, вып. 5, с. 29–33.
- Чиркова З.Н. Микрозообентос. — В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975, с. 178–184.
- Ракх Ф., Соос А. Nematoden aus Mitteleuropäischen Thermalquellen. — Zool. Anz., 1950, H. 5–6, S. 92–100.

УДК 593.161.14:57.083.13

С.А. Карпов

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРЫ *CODONOSIGA BOTRYTIS* (EHR.) STEIN (CHOANOFLLAGELLIDA KENT, PROTOZOA)

Наиболее изучен в отряде Choanoflagellida вид *Codonosiga* (= *Codosiga*) *botrytis* (Ehr.) Stein. Его представители широко распространены, крупнее других хоанофлагеллят, и поэтому служат модельным объектом для изучения воротничковых жгутиконосцев. Большинство сведений о питании, размножении, морфологии хоанофлагеллят получено на этом объекте. Тем не менее развитие культуры *C. botrytis* до сих пор не исследовано.

C. botrytis впервые описана Эренбергом (Ehrenberg, 1838) как *Epistylis botrytis*, затем Джеймсом-Кларком (James-Clark, 1868) как *Codonosiga pulcherrima*. Оба предыдущих описания соответствуют описанному Штейном (Stein, 1878) виду *Codonosiga botrytis*. Судя по приведенным в работе Штейна рисункам, колония может иметь от 2 до 17–22 особей на стебельке. Размножение внутри колонии идет за счет продольного деления клетки на 2 дочерние. Автор описал расселительную форму, которая представляет собой отделившуюся от колонии одиночную клетку, плавающую задним концом вперед.

Для более полного изучения биологии жгутиконосца мы провели исследование чистой культуры *C. botrytis* (клон С). При выделении клонов удобнее пересевать целые колонии, отрывая их от субстрата вместе со стебельком. *C. botrytis* хорошо развивается на пастеризованной воде, взятой из местообитания организма, при комнатной температуре в чашке Петри. Первоначально для сохранения культуры требовались 2 посева в неделю, после выяснения цикла ее развития число пересевов сократилось до 3–4 в месяц.

На второй день после посева появляются крупные колонии с большим (5–20) числом клеток на стебельке, которые вырастают из одиночных особей. Через 1–2 дня вокруг них образуются компактные группы по 40–70 колоний. Такие пространственно обособленные группы мы называли суперколониями. Их образование происходит следующим образом. От материнской колонии (рис. 1, а) от-

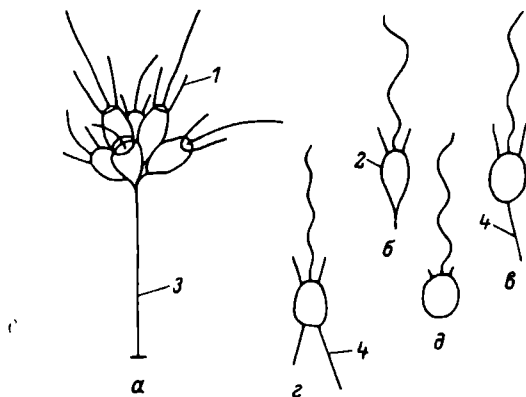


Рис. 1. Формы существования вида *Codonosiga botrytis* в культуре.

а — материнская колония из 6 особей, б — плавающая форма-1, в, г — плавающая форма-2, д — плавающая форма-3. 1 — воротничок, 2 — тело клетки, 3 — стебелек, 4 — нитевидные отростки.

деляется одна клетка (рис. 1, б) и плавно скользит по стебельку к его основанию задним концом вперед, биение жгута при этом такое же, как у сидячей особи (Sleigh, 1964). При соприкосновении с субстратом клетка „ложится на бок“ и продолжает движение тем же способом; преодолев небольшое расстояние, она поворачивается вертикально, прикрепляется к субстрату, и из задней части клетки вырастает стебелек. Когда он достигает обычной длины, клетка начинает продольно делиться и образует колонию.

Такой процесс расселения клеток *C. botrytis* преобладает в первые 2–3 дня развития культуры. Для удобства дальнейшего изложения обозначим эту форму клетки как „расселительная форма-1“. Для нее характерны тип биения жгута, который мы будем называть „пищевым“, плавное скольжение по субстрату и короткий отросток в задней части.

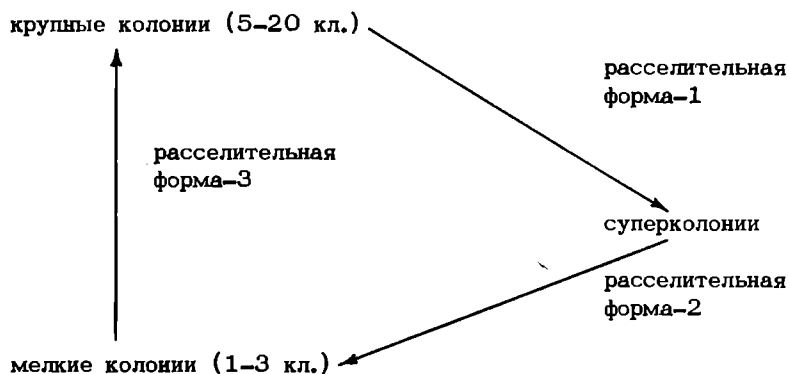
В последующие 2–3 дня границы суперколоний стираются, и дно чашки Петри заселяется более равномерно. В центре бывших суперколоний можно обнаружить стебельки без клеток.

На 4–6-й день численность уменьшается, причем отмирание колониальных форм всегда идет от центра чашки Петри к периферии. В этот период появляется „расселительная форма-2“ (рис. 1, в, г). Она образуется в результате удлинения стебелька у одной из особей колонии, которая затем отрывается и пассивно (биение жгута ни разу не наблюдалось) парит в толще воды. Для „расселительной формы-2“ характерно наличие одного или двух длинных нитевидных отростков в задней части тела.

Через 7-8 дней после пересева в культуре преобладает „расселительная форма-3” (рис. 1, д). Для нее характерны округлое тело, редуцированный воротничок и активное движение задним концом вперед. Биение жгута при плавании имеет непищевой характер и похоже на таковое у сперматозоида млекопитающих. При столкновении с субстратом „расселительная форма-3” ложится на бок, меняет биение жгута на пищевое и затем становится вертикально. В том случае, если это место непригодно для образования колонии, клетка опять ложится на субстрат (иначе ей просто не всплыть), биение жгута приобретает характер плавательного, и простейшее отправляется на поиски нового места. Появление такой формы расселения характерно для стареющей культуры. Колонии распределяются по дну чашки хаотично, число клеток на стебельке уменьшается до 1-3. Плавающие особи все реже прикрепляются к субстрату, культура постепенно гибнет.

Если „расселительную форму-3” перенести в свежую среду, то она дает колонии и все этапы развития культуры повторяются.

Схема цикла развития культуры *C. botrytis*



Таким образом, мы имеем дело с циклом развития культуры, который повторяется стабильно после каждого пересева. Искусственное вмешательство в этот цикл приводит к выпадению отдельных стадий. Например, пересевая простейших на стадии суперколоний, мы вызываем выпадение „расселительных форм-2 и -3” и мелких колоний; добавление дистиллированной воды сразу после пересева „расселительной формы-3” приводит к исчезновению „расселительной формы-1” и суперколоний. Вероятно, все отмеченные этапы цикла развития культуры *C. botrytis* могут иметь место в природе, а вот насколько полно они реализуются, зависит, по-видимому, от конкретных условий.

Две одноклеточные расселительные формы отмечены и у другого вида — *Codonosiga gracilis* (рис. 2), развитие культуры которого наблюдалось авторами в течение 2 лет (Leadbeater,

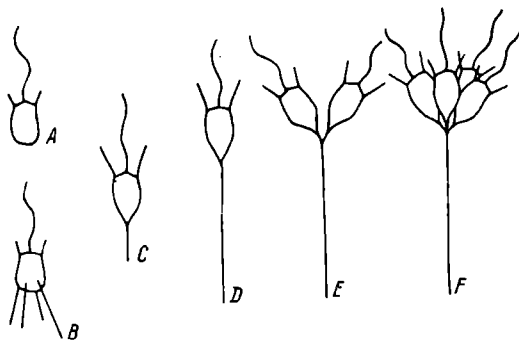


Рис. 2. Формы существования вида *Codonosiga gracilis* в культуре (по: Leadbeater, Morton, 1974).

А, В – плавающие, С – F – прикрепленные на стебельке.

Morton, 1974). Они также отмечают последовательную смену поколений, которую называют жизненным циклом. Лабильность цикла у *C. gracilis* не изучалась. Вполне вероятно, что и в этом случае последовательность этапов развития культуры не закреплена генетически, так как для нормальной жизни прикрепленному организму достаточно иметь хотя бы одну расселительную форму.

Изменение условий окружающей среды вызывает модификации у сидячих и расселительных особей. Так возникают новые морфологические варианты вида, реализация которых зависит от конкретной экологической обстановки.

Таким образом, исследование культуры *C. botrytis* позволило нам выделить несколько форм, которые сменяют друг друга в процессе развития. Поскольку их последовательность не является жестко детерминированной, мы не имеем права считать ее жизненным циклом. Множество различных форм и возможность их сочетаний позволяют виду выживать в самых разных условиях. Может быть, этим и объясняется широкое распространение *C. botrytis* в водоемах земного шара.

Л и т е р а т у р а

- E h r e n b e r g C. Infusionstiere als vollkommene Organismen. Leipzig, 1838.
 J a m e s - C l a r k H. On the Spongiae ciliatae as Infusoria flagellatae. - Ann. and Mag. Natur. History, 1868, vol. 1, s. 4, p. 133-264.
 L e a d b e a t e r B.S.C., M o r t o n C.
 A microscopical study of a marine species of Co-

- dosiga J. Clark (Choanofl.) with special reference on the ingestion of bacteria. - Biol. J. Linn. Soc., 1974, vol. 6, N 4, p. 337-347.
- S l e i g h M.A. Flagellar movement of the sessile flagellates Actinomonas, Codonosiga, Monas and Poteriodendron. - Q.H. microsc. Sci., 1964, vol. 105, p. 405-414.
- S t e i n F. Des Organismus der Infusionstiere. Leipzig, 1878, Abt. 3, H. 1.
- Институт биологии
внутренних вод АН СССР
-

УДК 574.586

З.М. М ы л ь н и к о в а

К ИЗУЧЕНИЮ ПЕРИФИТОННЫХ ИНFUЗИРИЙ ПРИБРЕЖЬЯ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Сведения о перифитонных инфузориях Рыбинского водохранилища в литературе отсутствуют. В связи с этим перед нами встала задача - изучить эту группу животных в биоценозе обрастания на искусственных субстратах. Наблюдения проводились с мая по ноябрь 1978 г. на 3 прибрежных станциях Рыбинского водохранилища: ст. 1 и 3 располагались в зоне закрытого, ст. 2 - в зоне открытого побережья.

В качестве субстрата использовались предметные стекла, которые помещались в специальные рамки в вертикальном и горизонтальном положении на глубине 50 см. Рамки со стеклами устанавливались заново каждый месяц. Наряду с этим стекла, прикрепленные к пенопласту, экспонировались в течение всего вегетационного периода. Материал собирался 3-4 раза в месяц. Стекла с обрастаниями помещались для исследования в банки с профильтрованной водой, доставлялись в лабораторию и сразу же изучались под микроскопом. Численность инфузирй пересчитывали на квадратный метр по методике С.Н. Дуплакова (1925). Инфузирй определяли в живом состоянии по „Определителю пресноводных беспозвоночных европейской части СССР" (1977) и по „Определителю Каля" (Kahl, 1930-1935). Всего собрано и обработано 90 проб. Выявлено 55 видов инфузирй: 24 - из отр. Holotricha, 12 - из отр. Spirotricha, 11 - из отр. Peritricha, 8 - из класса Suctoria. Обнаружены 5 видов саркодовых. В состав протозойного перифитона входят не только прикрепленные, но и некоторые планктонные (С. hirtus, Т. fluviatile и др.), а также бентосные виды (L. olor, O. pelionella, S. mytilus).

Видовой состав перифитонных простейших прибрежья
Рыбинского водохранилища

Виды	Закрытое прибрежье		Открытое прибрежье
	ст. 1	ст. 3	ст. 2
Класс Sarcodina			
Отр. Testacida			
<i>Arcella discoides</i> Penard	+	-	+
<i>A. vulgaris</i> Ehrb.	-	+	-
<i>Centropyxis aculeata</i> Stein	+	+	-
<i>Diffugia corona</i> Wallich	+	-	-
<i>D. oblonga</i> Ehrb.	+	-	-
Класс Ciliata			
Отр. Holotricha			
<i>Askenasia volvox</i> Claparede et Lachmann	+	+	-
<i>Coleps hirtus</i> Nitzsch	-	-	+
<i>Chilodonella cucullulus</i> Müller	+	+	+
<i>Ch. uncinata</i> Ehrb.	+	+	+
<i>Chilodontopsis depressa</i> (Perty)	+	-	-
<i>Cinetochillum margaritaceum</i> Ehrb.	+	+	+
<i>Cyclidium glaucoma</i> O.F. Müller	+	-	-
<i>Didinium nasutum</i> O.F. Müller	-	+	-
<i>Dileptus anser</i> O.F. Müller	+	-	-
<i>Dysteria navicula</i> Kahl.	+	-	-
<i>Frontonia acuminata</i> Ehrb.	+	-	+
<i>F. leucas</i> Ehrb.	+	-	-
<i>Gastronauta membranacea</i> Engelmann	+	+	-
<i>Glaucoma pyriformis</i> Schew	+	+	-
<i>Lacrymaria olor</i> O.F. Müller	+	+	+
<i>L. pupula</i> O.F. Müller	-	-	+
<i>Lembadion lucens</i> Mascell	-	+	-
<i>Litonotus fasciola</i> Ehrb.-Wzzes.	+	+	+
<i>L. cygnus</i> O.F. Müller	+	+	+
<i>L. pleurosigma</i> Stokes	+	+	+
<i>Nassula picta</i> Greeff	+	+	-
<i>Pleuronema crassum</i> O.F. Müller	+	+	-
<i>Prorodon ovum</i> Ehrb.-Kahl.	+	-	+
<i>Trachelius ovum</i> Ehrb.	+	+	-

Т а б л и ц а (продолжение)

Виды	Закрытое прибрежье		Открытое прибрежье
	ст. 1	ст. 3	ст. 2
Орп. Spirotricha			
<i>Aspidisca costata</i> Dujardin	+	+	+
<i>Bursaria truncatella</i> O.F. Müller	-	+	-
<i>Euplotes patella</i> (Müller) Ehrb.	+	+	+
<i>Kerona polyporum</i> Ehrb.	-	+	-
<i>Oxytricha pelionella</i> Müller-Stein	+	+	+
<i>Paruroleptus piscis</i> Kowalewski	-	+	-
<i>Stentor polymorphus</i> O.F. Müller	-	+	-
<i>S. roeseli</i> Ehrb.	+	+	+
<i>Stychotricha aculeata</i> Wzzes- niowski	-	+	-
<i>Stylonychia mytilus</i> Ehrb.	+	+	-
<i>Tintinnidium fluviatile</i> Stein.	-	+	-
<i>Urostyla grandis</i> Ehrb.	-	+	-
Орп. Peritricha			
<i>Campanella umbellaria</i> Linne	-	+	-
<i>Carchesium polypinum</i> Linne	+	+	+
<i>Cothurnia patula</i> Fromentel	-	+	-
<i>Rhabdostyla pyriformis</i> Perty	+	+	+
<i>Vaginicola crystallina</i> Ehrb.	+	-	-
<i>V. gigantea</i> D. Udekem	+	+	-
<i>V. ingenita</i> O.F. Müller	+	+	-
<i>Vorticella campanula</i> Ehrb.	+	+	+
<i>V. convallaria</i> Linne	+	+	+
<i>V. microstoma</i> Ehrb.	+	+	-
<i>V. nebulifera</i> O.F. Müller	+	+	+
Класс Suctoria			
<i>Acineta grandis</i> Keht.	+	+	+
<i>A. foetida</i> Maupas	+	+	+
<i>A. sp.</i>	+	+	+
<i>Podophrya fixa</i> Ehrb.	+	-	-
<i>Solenophrya crassa</i> Clap et Lach.	+	+	+
<i>Staurophrya elegans</i> Zacharias	-	+	-
<i>Tokophrya mollis</i> (Kent) Butschli	-	-	+
<i>T. quadripartita</i> Butschli	+	-	-
Всего:	43	44	26

Видовой и количественный состав нематод
летом 1976-1977 гг.

Виды нематод	1976 г.			1977 г.		
	C	M	W	C	M	W
Orp. Rhabditida						
Diplogaster rivalis	3	41	0.003	-	-	-
Orp. Araeolaimida						
Paraphanolaimus behningi	34	1719	2.06	17	904	1.08
Plectus rhizophilus	-	-	-	1	12	0.02
Orp. Monhysterida						
Monhystera macramphis	2	14	0.12	-	-	-
M. paludicola	11	149	0.21	4	37	0.05
M. vulgaris	15	230	0.18	1	12	0.01
Orp. Enoplida						
Tobrilus closlongicaudatus	5	68	0.34	-	-	-
T. gracilis	49	2464	14.78	11	159	0.95
T. longus	5	68	0.41	-	-	-
T. pellucidus	2	41	0.33	6	73	0.58
Ironus tenuicaudatus	15	230	0.69	7	73	0.22
Orp. Dorylaimida						
Dorylaimus stagnalis	11	122	1.83	7	86	1.29
Laimydorus dadayi	3	27	0.14	-	-	-
Всего:	66	5173	21.09	28	1356	4.20

Примечание. C - частота встречаемости, %; M - численность, экз./м²; W - биомасса, мг/м².

По численности и биомассе в 1976 г. доминировали *T. gracilis* и *P. behningi* - наиболее обычные виды пресноводных нематод. В 1977 г. наряду с обеднением видового состава и общим падением численности нематод наблюдалась смена лидирующего вида: им стал *P. behningi*, тогда как численность *T. gracilis* резко снизилась. Не были обнаружены виды, изредка встречавшиеся в 1976 г. Резкое снижение общей численности нематод в 1977 г. произошло, по-видимому, в результате сильного заиления грунтов.

Единичные экземпляры нематод были обнаружены уже в майских пробах. В 1976 г. численность нематод в июле (5970 экз./м²) возросла по сравнению с июнем (4250 экз./м²) за счет *P. behningi*, *I. tenuicaudatus*, *D. stagnalis*, *M. vulgaris*. В 1977 г. общая численность в июне была 1850 экз./м², в июле же снизилась до 850 экз./м².

Наибольшее число видов встречено на глубине 0,8-1,2 м (10 - в 1976 г., 6 - в 1977 г.). Самая высокая численность наблюда-

лась на глубинах 0.5–1.5 м. В этой части водоема наиболее оптимальны трофические условия, температурный и кислородный режимы. Основной причиной сокращения численности нематод с увеличением глубины следует считать, по-видимому, появление сильно заиленных грунтов и сапропелей.

Наиболее типичными грунтами в обследованном районе были заиленный песок, ил с примесью растительных остатков, чистый ил и заиленная глина. Как отмечают многие авторы (Гурвич, 1967; Гагарин, 1967), наиболее пластичен в отношении грунта *T. gracilis*, особенно успешно развивающийся на чистом и заиленном песке. Нами этот вид был найден на всех типах грунтов. К числу эвриэдафических видов можно отнести также *P. behningi*, *I. tenuicaudatus*, *M. paludicola*, *M. vulgaris*. В.В. Гурвич (1967) указывает, что *M. paludicola* тяготеет к заиленным грунтам, содержащим достаточное количество органики. По нашим наблюдениям, этим грунтам отдает предпочтение и *T. closlongicaudatus*. На богатых малоразложившейся органикой грунтах встречен *D. rivalis*. Этот мезасапробный вид служит показателем достаточно высокого уровня загрязнения водоема (Гагарин, 1978).

Многие виды рода *Tobrilus* предпочитают заиленный песок (Гурвич, 1967). Мы на этом грунте обнаружили 2 вида: *T. longus* и *T. pellucidus*, причем *T. longus* отсутствовал на других типах грунтов и может быть отнесен к псаммофилам. Наконец, глинистые грунты предпочитают виды *M. macramphis* и *T. pellucidus*. Только на заиленной глине встречен *L. dadayi*. Распределение нематод по грунтам может определяться не только их составом, но и другими факторами, например глубиной и прогреваемостью водоема. Так, в маловодном и теплом 1977 г. на илах отсутствовали *M. vulgaris* и *M. paludicola*, хотя в 1976 г. они были здесь обычны.

Л и т е р а т у р а

- Б е н и н г А.Л. К изучению придонной жизни реки Волги. Саратов, 1924.
- Г а г а р и н В.Г. Экологический анализ нематод Учинского водохранилища. – Тр. Гельминтол. лаб., 1973, т. 23, с. 40–45.
- Г а г а р и н В.Г. Некоторые данные о пресноводных нематодах Московской и Калужской областей. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1978, № 39, с. 31–36.
- Г у р в и ч В.В. Микро- и мезобентос Днепра и его водохранилищ (Кременчугского и Каховского) в первые годы их существования. – В кн.: Гидробиологический режим Днепра в условиях зарегулированного стока. Киев, 1967, с. 270–289.
- М и с о л е т з к у Н. Freilebende Nematoden der Wolga. – Работы Волжской биол. ст., 1923, т. 7, № 4–5, с. 3–28.

Ю.В. Д о р о ш е н к о

АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ПОВЕДЕНИЯ
В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ШИРОКОПАЛОГО РАКА
ASTACUS ASTACUS L.

Явление каннибализма, которое проявляется у высших ракообразных на разных стадиях развития, отмечают многие авторы (Цукерзис и др., 1977). Причинами, вызывающими это явление, считают повышенную плотность популяции, недостаток питания, факторы среды. Однако, несмотря на хорошо изученные экологические аспекты этого явления, регуляторные механизмы его остаются пока неясными. В этой связи нам представляется целесообразным рассмотреть элементы поведения в ситуациях, способствующих проявлению каннибализма. Моделью такой ситуации может явиться раздражение различных органов и частей тела у рачков широкопалого рака II, III и IV стадий развития тактильным раздражителем (кончиком рыболовной лески). Раки содержались в резервуарах с проточной водой, температура которой автоматически регулировалась и составляла 20°. В эксперименте участвовали особи от разных самок. Доказательства адекватности экспериментальной ситуации содержатся в работах, подтверждающих повышенную двигательную активность (Дорошенко, Цукерзис, 1976), значительное количество контактов друг с другом (Бурба, 1978) и высокую смертность молоди (Цукерзис и др., 1977) от каннибализма.

В результате эксперимента было выявлено несколько типов реакций, характеризующих поведение рачков II и III стадий в ответ на раздражение. Приведенные данные (см. таблицу) иллюстрируют различие этих реакций у особей 2 возрастных групп. Так, например, для рачков II стадии основной ответной реакцией была „агрессия“. Для III–IV стадий преобладали оборонительные реакции „отползание“ и „отскок“.

Высокий процент реакций с признаками агрессии показывает, что поведение рачков II стадии носит ярко выраженный агрессивный характер, тогда как в поведении особей III–IV стадий – оборонительный.

Преобладание агрессии в поведении молоди II стадии по сравнению с другими стадиями влечет за собой и больший процент гибели особей от каннибализма (Цукерзис и др., 1977) – явления, свойственного ракообразным, поэтому можно предположить, что лишь через агрессивность – тип поведения, сформированный в основном на ранних стадиях онтогенеза, возможна реализация этого явления в половозрелом состоянии.

Реакция раков на тактильные раздражения, %

Стадия развития	Раздража- емый орган	Коли- чество раздра- жений	Типы реакций								
			отсут- ствие реакции	дви- жение органа	отпол- зание	агрес- сия	отскок назад	бросок вперед	бросок вперед с раз- воротом	отпол- зание с агрес- сией	разво- рот с захва- том
III - 8 дней от мо- мента выклева	Антенны	146	4.8	2.1	11.6	48.6	32.2	-	-	0.7	-
	Клешни	120	-	10.9	10.9	50.9	22.7	-	-	4.6	-
	Ножки	124	1.6	16.9	9.7	-	25.8	-	-	-	46.0
	Карапакс	120	49.2	-	20.8	6.7	23.3	-	-	-	-
	Абдомен	150	6.0	17.4	21.3	-	34.0	-	21.3	-	-
III-IV - 16 дней от мо- мента выклева	Антенны	96	21.9	20.8	17.7	15.6	24.0	-	-	-	-
	Клешни	76	9.2	11.8	34.2	14.5	30.3	-	-	-	-
	Ножки	76	2.7	10.5	43.4	7.9	35.5	-	-	-	-
	Карапакс	76	23.7	-	46.0	-	30.3	-	-	-	-
	Абдомен	97	1.0	62.9	1.0	-	-	35.1	-	-	-

- Б у р б а А.Б. Поведение сеголеток широкопалого рака при контактировании. – Тез. докл. 2-й конф. молодых ученых. Вильнюс, 1978, с. 29–31.
- Д о р о ш е н к о Ю.В., Ц у к е р з и с Я.М. Групповое поведение животных. М., 1976, с. 103–105.
- Ц у к е р з и с Я.М., Ш я ш т о к а с И.А., Т а м к я в и ч е н е Е.А., М и ц к е н е н е Л.М. Канибализм у широкопалого рака. – Тр. Акад. наук ЛитССР, сер. В, т. 3(79), 1977, с. 97–103.

Институт зоологии
и паразитологии АН ЛитССР

УДК 595.3–11

И.В. М е х а н и к о в а

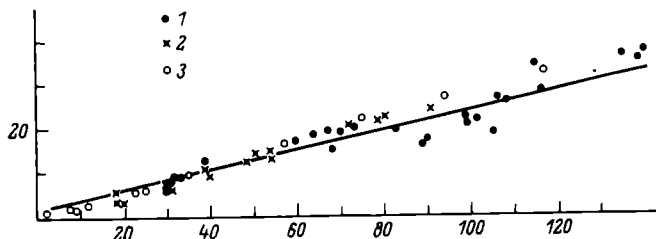
РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ СООТНОШЕНИЯ И ПЛОДОВИТОСТЬ GMELINOIDES FASCIATUS STEBB.

Данная работа проведена с целью получения характеристик, необходимых для расчета продукции *Gmelinoides fasciatus* – одного из массовых и широко распространенных видов в бентосе водохранилищ Ангарского каскада, в том числе и Братского.

Материал собран летом 1976 и 1978 гг. в прибрежной зоне зал. Одисса Братского водохранилища. Животных фиксировали 5%-ным формалином. Размеры рачков и количество яиц у самок определяли под биноклем. Животных взвешивали на торсионных весах после обсушки на фильтровальной бумаге. За длину принимали расстояние от рострума до основания тельсона. Всего обработано 3883 рачка.

Сырой вес (живой) рачков определяли после обсушивания их на фильтровальной бумаге, затем животных высушивали при 65° в сушильном шкафу до постоянного веса (Хмелева, 1973) и взвешивали на аналитических весах типа АДВ–200 М. Сделано 57 определений сырого и сухого веса.

Размерный диапазон *Gm. fasciatus* зал. Одисса колеблется в пределах 1–11 мм. Большую часть самцов и взрослых самок составляют особи размерами 4–7 мм. Между весом и линейными размерами животных существует зависимость $w = \alpha l^b$, где w – сырой вес, l – длина, α – константа, характеризующая вытянутость и плотность тела, b – константа, указывающая, как рост данного вида изменяется при увеличении размеров, но при сохранении геометрического подобия (Арабина, Гаврилов, 1967; Винберг, 1968). Коэффициенты α и b определены методом наименьших квад–



Связь между сырым (\bar{W}) и сухим (\bar{W}) весом тела у *Gmelinoides fasciatus*.

1 - самцы, самки без зародышей, 2 - самки с яйцами, 3 - самки с молодью и эмбрионами. По оси ординат - сухой вес, мг; по оси абсцисс - сырой вес, мг.

ратов, рассчитан коэффициент корреляции (r) между весом и длиной.

У *Gm. fasciatus* соотношение между длиной и весом выражается уравнением $\bar{W} = 0.031 \bar{L}^{2.83}$. Константа $b < 3$, т.е. рост в длину у этих рачков опережает рост в ширину. Коэффициент корреляции свидетельствует о тесной связи между весом и длиной ($r = 0.92$), что позволяет находить вес рачков по их линейным размерам.

Число зародышей, приходящееся на одну самку, возрастает с увеличением линейных размеров и веса (Зотина, Зотин, 1967; Хмелева, 1969). У самок *Gm. fasciatus* абсолютная плодовитость изменяется от 4 до 18 зародышей при увеличении длины от 4 до 8 мм.

Переходные коэффициенты от сырого веса к сухому определялись для самок с молодью и эмбрионами на поздних стадиях развития, самок с яйцами, самцов и самок с пустыми выводковыми камерами. Содержание сухого вещества в теле наибольшее у самок с молодью и эмбрионами, оно колеблется в пределах 20.2–56.5%, в среднем 28%. Отношение сырого веса (\bar{W}) к сухому (\bar{W}) составляет 3.57. У самок с яйцами сухого вещества в теле 25.3% (16.2–28.1%) $\bar{W} = 3.96 \bar{W}$. Соотношение сырого и сухого веса самцов и самок без зародышей в выводковых камерах 4.05. Содержание сухого вещества у них изменяется от 18 до 30.3%, в среднем 24.7%. Таким образом, происходит потеря в сухом весе по мере развития, что отмечается и для других ракообразных (Романова, 1974; Семенченко, Романова, 1976).

Связь между сырым и сухим весами у *Gm. fasciatus* показана на рисунке. Зависимость имеет прямолинейный характер и выражается общей формулой $\bar{W} = 3.97 \bar{W}$. Количество сухого вещества в теле в среднем составляет 25.2%.

- А р а б и н а И.П., Г а в р и л о в С.И. Соотношение веса и линейных размеров у представителей пресноводного бентоса. - Гидробиол. ж., 1967, т. 3, № 2, с. 71-73.
- В и н б е р г Г.Г. (ред.). Методы определения продукции водных животных. Минск, 1968.
- З о т и н а Р.С., З о т и н А.И. Количественные соотношения между весом, длиной, возрастом, размерами яиц и плодовитостью у животных. - Ж. общ. биол., 1967, т. 28, № 1, с. 82-92.
- Р о м а н о в а З.А. Размерно-весовые соотношения и плодовитость *Idotea baltica baltica* (Pallas) из Балтийского моря. - Гидробиол. ж., 1974, т. 10, № 6, с. 74-77.
- С е м е н ч е н к о В.П., Р о м а н о в а З.А. Размерно-весовая характеристика и плодовитость *Idotea chelipes* (Pallas) (Crustacea, Isopoda) из Балтийского моря. - Гидробиол. ж., 1976, т. 12, № 1, с. 115-118.
- Х м е л е в а Н.Н. Связь плодовитости с величиной тела и энергетическим обменом у *Idotea baltica basteri* (Aud.) и других ракообразных. - ДАН СССР, 1969, т. 185, № 1, с. 198-201.
- Х м е л е в а Н.Н. Биология и энергетический баланс морских равноногих ракообразных (*Idotea baltica basteri*). Киев, 1973.

Научно-исследовательский
институт биологии при ИГУ

УДК 595.384.16:591.53

Н.А. Ш п о л я н с к а я, В.П. З а к у т с к и й

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ДЛИННОПАЛОГО
КУБАНСКОГО РАКА *ASTACUS* (P.)
LEPTODACTYLUS CUBANICUS В. ЕТ WIN.
(1934) В р. ДОН

Питание раков из р. Дон изучалось в течение 1976-1978 гг. За этот период обработано 317 желудков личинок длиннопалого кубанского рака размерами от 1.6 до 4.0 см и 864 желудка особей от 4.1 до 19.0 см. Отлавливались раки с помощью трала. На борту судна желудки фиксировались 4%-ным раствором формалина и обрабатывались количественно-весовым методом (Боруцкий, 1974). Одновременно в местах отлова раков отбирались пробы зообентоса дночерпателем Петерсена. Всего собрано и обработано 160 проб.

Средняя биомасса кормового зообентоса за 1976-1977 гг. составила 79.2 г/м², численность - 24-35 тыс. экз./м². Основное

ядро организмов представляли пресноводные и реликтовые виды (Закутский и др., 1970). По биомассе доминировали моллюски, по численности – ракообразные и насекомые.

Питание личинок рака в течение сезона было смешанным с небольшим преобладанием животных компонентов (табл. 1). По мере роста личинок характер их питания менялся. В июне в желудках преобладали личинки насекомых и черви, из растительной пищи – зеленые водоросли. В июле доминировали ракообразные, преимущественно остракоды, бокоплавы и мизиды. К этому периоду в кишечниках личинок 10% составляла трудно определяемая масса животного происхождения. В августе при преобладающей роли в питании личинок ракообразных возросла доля прочих животных и моллюсков, которые были представлены *Hypanis colorata* (Eichw.), *Pisidium amnicum* (O.F. Müller), *Viviparus viviparus* L. Из растительной пищи преобладала нитчатка. В сентябре 12% пищевого комка составляли ракообразные, вырос процент неопределяемой массы животного происхождения, в ряде желудков были зафиксированы рыбные остатки. Среди компонентов растительной пищи значительно увеличилась доля высшей водной растительности, представленной ряской, элодеей, харой и рдестом.

Интенсивность питания личинок рака изменяется по мере их роста (табл. 2).

В питании кубанского рака размерами более 4.0 см, как и у личинок, независимо от сезона пища была смешанной с небольшим преобладанием животного компонента (табл. 3). В зависимости от сезона и физиологического состояния раков в их питании можно отметить ряд особенностей. В апреле наблюдались наименьший процент пустых желудков и наибольшая интенсивность питания (21‰). В июле в питании раков среди ракообразных преобладали *Balanus imprivus* D. и речные раки с мягким панцирем. Из растительной пищи доминировала вегетирующая высшая водная растительность, представленная харой, рдестом, урутью, камышом и рогозом. Интенсивность питания раков снизилась до 10‰, что связано с линькой самцов и незрелых самок и вынашиванием рачат самками рака (Шполянская, 1974). В сентябре моллюски были представлены более крупными видами, чем в желудках личинок раков, – *Anodonta complanata* Rossm, *Dreissena polymorpha* (Pall), *Mytilaster lineatus* (Gmel). В этом месяце увеличилась доля рыбных остатков (бычки, карповые), а из растительных компонентов, как и в апреле, преобладали отмершие части стеблей и корней камыша и рогоза. Интенсивность питания несколько возросла по сравнению с июнем (14‰), что связано с пополнением энергетических запасов, израсходованных в период линьки.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что длиннопалый кубанский рак использует в пищу животные организмы, входящие в состав донных биоценозов, и водную растительность.

Т а б л и ц а 1

Состав пищи личинок *Astacus leptodactylus cubanicus* В. et Win.
в р. Дон за 1977-1978 гг.

Вид пищи	Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Средняя за 2 года	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Зеленые водоросли	75	19	57	14	63	28	66	21	63	19
Высшие водные растения	5	5	9	4	7	2	23	13	15	10
Всего растительной пищи	80	24	57	18	63	30	76	34	67	29
Черви (<i>Oligochaeta</i>)	5	9	14	3	4	-	7	3	9	2
Моллюски	5	1	8	3	11	5	20	7	12	6
Ракообразные	10	2	43	27	30	11	30	12	29	15
Насекомые	35	15	11	4	13	10	11	5	14	5
Рыба	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
Прочие животные	-	-	17	10	27	13	18	20	15	14
Всего животных	40	27	78	47	62	39	66	47	58	41
Ил и песок	60	49	56	35	52	31	36	19	49	30

П р и м е ч а н и е. Здесь и далее (табл. 3) 1 - частота встречаемости, 2 - % от веса пищевого комка.

Т а б л и ц а 2

Количественная характеристика питания *Astacus leptodactylus cubanicus* B. et Win.
в р. Дон за 1976-1978 гг.

Показатели	Личинки речных раков (1.6-4.0 см)				Раки (4.1-19.0 см)		
	июнь	июль	август	сен- тябрь	апрель	июнь	сен- тябрь
Всего желудков	$\frac{35}{100}$	$\frac{118}{100}$	$\frac{71}{100}$	$\frac{93}{100}$	$\frac{302}{100}$	$\frac{215}{100}$	$\frac{347}{100}$
Пустых желудков	$\frac{15}{43}$	$\frac{23}{19}$	$\frac{25}{35}$	$\frac{19}{20}$	$\frac{30}{10}$	$\frac{67}{31}$	$\frac{84}{24}$
Полных желудков	$\frac{20}{57}$	$\frac{95}{81}$	$\frac{46}{65}$	$\frac{74}{80}$	$\frac{273}{90}$	$\frac{148}{69}$	$\frac{263}{76}$
Общий средний индекс наполне- ния, ‰	19	61	40	35	21	10	14

П р и м е ч а н и е. В числителе - шт., в знаменателе - %.

Т а б л и ц а 3

Состав пищи *Astacus leptodactylus cubanicus*
B. et Win. в р. Дон за 1976-1977 гг.

Вид пищи	Апрель		Июнь		Сентябрь		Средняя за 2 года	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Зеленые водоросли	44	0.5	49	0.4	64	2	57	2
Высшая водная расти- тельность	85	29	80	40	83	32	75	31
Всего растительности	92	29.5	89	40.4	92	34	91	33
Черви	11	0.5	10	-	2	-	8	-
Моллюски	15	2	22	2	53	10	27	4
Ракообразные	26	5	30	15	12	5	56	7
Насекомые	39	5	16	2	15	5	25	4
Рыбы	20	2	33	5	37	6	26	4
Прочие животные	47	32	35	21.6	61	29	46	28
Всего животных	90	46.5	85	45.6	90	55	85	49
Ил и песок	80	24	53	14	41	11	58	18

- Б о р у ц к и й Е.В. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М., 1974.
- З а к у т с к и й В.П., Н е к р а с о в а М.Я., С п и ч а к С.К. Зообентос нижнего Дона, его дельты и восточной части Таганрогского залива как кормовая база молоди ценных пород рыб. – В кн.: Вопросы рыбохозяйственного освоения и санитарно-биологического режима водоемов Украины. Киев, 1970, с. 75–77.
- Ш п о л я н с к а я Н.А. Состояние запасов длиннопалого рака в водоемах Ростовской области и некоторые вопросы его биологии. – Ж. промысл. ихтиол., 1974, сер. 1, вып. 8, с. 3–5.
- АзНИИРХ

УДК 591.13:595.34

Н.М. К р ю ч к о в а, В.Х. Р ы б а к

О ПИТАНИИ EUDIAPTOMUS GRACILOIDES (LILL.) ЕСТЕСТВЕННЫМ ПЛАНКТОНОМ ОЗЕР

Изучение питания веслоного рака *Eudiaptomus graciloides* было проведено в апреле 1975 г. на Нарочанской биологической станции. В 500-миллилитровые склянки, заполненные водой озер Нарочь, Мястро или Баторин, помещали по 50 экз. взрослых еудиаптомусов. Такая плотность посадки рачков была почти в 5 раз выше естественной их концентрации в оз. Нарочь, в 2 раза выше, чем в оз. Мястро, и приблизительно такой же, как в оз. Баторин. Склянки на 3 суток помещали в озеро, где температура воды в поверхностном слое составляла около 4°. Количество потребленной еудиаптомусом пищи определяли по разности концентраций каждого вида водорослей в контрольных и опытных склянках.

Оказалось, что за время экспозиции выедание фитопланктона еудиаптомусом было весьма заметным и составило 65, 55 и 49% биомассы потребляемых видов соответственно в озерах Нарочь, Мястро, Баторин. В зависимости от изменения биомассы отдельных видов водорослей в опытных склянках по сравнению с контрольными оказалось возможным все виды фитопланктона, составляющие по численности не менее 1%, условно разделить на 3 основные группы: выедаемые, прирастающие и безразличные, как это ранее по визуальным наблюдениям сделала Портер (Porter, 1973). К выедаемым видам отнесены водоросли, биомасса которых в опытных склянках по сравнению с контролем стала ниже не менее чем на 30%; к прирастающим – выше на 50–75%; к безразличным –

Т а б л и ц а 1

Выдаваемые виды водорослей в разных озерах

Вид	Биомасса вида Биомасса фи-топланктона		Индекс изби-рания	Размер клеток, мкм
	в озере	в рационе		
Оз. Нарочь				
Asterionella formosa Hass.	2.0	3.4	0.26	69.0·3.0
Fragillaria crotonen- sis Kitt.	7.1	14.2	0.33	45.0·3.5
Cyclotella comta (Ehr.) Kutz.	5.0	14.2	0.48	12.0·10.0
Nitzschia sp. Hass.	0.7	1.4	0.33	106.4·7.0
Gloeocapsa minima (Keissl.) Hol.	0.6	2.7	0.64	2.5·2.0
Chlorella sp. Beyer	13.9	26.9	0.32	3.1
Oocystis solitaria Wittrock	4.5	13.6	0.50	8.0·4.5
Scenedesmus denti- culatus Playf.	1.9	6.4	0.54	8.5·3.0
Rhodomonas pusilla (Bachus) Jav.	5.5	13.1	0.42	8.5·5.0
Cryptomonas sp. Ehr.	3.1	3.8	0.10	23.0·12.5
Оз. Мястро				
Asterionella formosa Hass.	0.6	2.3	0.59	69.0·3.0
Navicula sp. Bory	0.8	1.1	0.16	29.7·7.3
Nitzschia sp. Hass.	0.4	0.7	0.27	106.4·7.0
Gloeocapsa minima (Keissl.) Hol.	0.3	0.4	0.14	2.5·2.0
Kircheriella contorta (Schmidle) Bohl.	1.0	4.8	0.66	10.0·2.0
Scenedesmus denti- culatus Playfair	2.3	2.4	0.02	8.5·5.0
S. quadricauda (Turp.) Breb.	0.3	1.1	0.57	8.5·3.0
Raphidonema semper- virens Chod.	1.4	0.9	-0.22	4.0·2.5
Phacus caudatum Huebner	30.4	81.8	0.46	24.0·15.0

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

Вид	Биомасса вида Биомасса фи- топланктона		Индекс изби- рания	Размер клеток, мкм
	в озере	в рационе		
Оз. Мястро				
Rhodomonas pusilla (Bachus) Jav.	3.5	4.6	0.14	8.5-5.0
Оз. Баторин				
Cymbella affinis Kutz.	2.1	3.5	0.25	40.0-13.0
Nitzschia sp. Hass.	0.3	0.4	0.14	106.4-7.0
Marsoniella elegans Lemm.	0.9	2.4	0.45	7.0-3.5
Chlorella sp. Beyer	1.1	1.7	0.21	3.1
Coelastrum micropo- rum Naeg.	35.6	77.8	0.37	3.3
Kirchneriella contor- ta (Schmidle) Bohl.	1.9	3.5	0.30	10.0-2.0
Scenedesmus quad- ricauda (Turp.) Breb.	1.8	2.6	0.18	8.5-3.0
Chlamydomonas sp. Ehr.	2.2	1.4	-0.22	12.5-2.3
Dinobryon sociale Ehr.	1.4	6.6	0.65	43.6-7.7

те виды, количество которых колебалось в обе стороны не более чем на 30%. При выделении 2 последних групп для большей наглядности учитывали изменение численности (а не биомассы) каждого вида, что очень существенно при низких биомассах отдельных водорослей.

В весеннее время еудиапомус потреблял из фитопланктона всех озер только 9-10 видов (табл. 1). Часть из них выедалась пропорционально их содержанию в общей биомассе фитопланктона озера, другие виды активно избирались. Судя по индексу избирания (Е) (Ивлев, 1955), для еудиапомуса наиболее предпочитаемыми в оз. Нарочь оказались *G. minima*, *Sc. denticulatus*, *O. solitaria*; в оз. Мястро - *Kirchneriella*, *A. formosa*, *Sc. quadricauda*; в оз. Баторин - *D. sociale*, *M. elegans* и др. Эти же мелкие виды в качестве выедаемых приводила и Портер (Porter, 1973). Хотя четкой связи потребления отдельных видов водорослей с их размерами обнаружить не удалось, все же наиболее

Т а б л и ц а 2

Водоросли, увеличивающие численность
в присутствии еудиаптомуса (прирастающие)

Вид	Размер клеток, мкм	N, млн кл./мл	
		озеро	опыт
Оз. Мястро			
Gloeocapsa turgida (Kutz.) Hol.	12.0·9.0	0.18	1.20
G. minuta (Kutz.) Hol.	12.0	0.08	0.70
Microcystis pulverea (Wood)	0.8	6.20	19.15
Oocystis solitaria Wittz.	8.0·4.5	0.21	0.63
Chlamydomonas sp. Ehr.	12.0·6.0	0.13	0.42
Оз. Баторин			
Tabellaria fenestrata (Lyn.)	55.0·7.0	0.43	0.64
Cyclotella comta (Ehr.) Kutz.	12.0·10.0	1.78	2.70
Gloeocapsa minima (Keissl.) H.	2.5·2.0	2.91	4.30
Microcystis pulverea (Wood) Forti emend Elenk.	0.8	15.15	24.48
Chromulina tenera Matv.	3.0·3.2	0.40	0.83

предпочитаемыми были клетки диаметром от 3 до 50–60 мкм, что не противоречит данным, имеющимся в литературе.

Расчет скорости фильтрации еудиаптомуса [по формуле $F = \frac{2V(C_0 - C_t)}{(C_0 + C_t)}$ (Гутельмахер, 1975)] показал, что она составила в изученных озерах 3.6, 1.6 и 1.5 мл/экз./сут, или в расчете на 1 мг сырого веса 67.2, 29.6 и 27.8 мл/сут соответственно. Относительный среднесуточный рацион еудиаптомуса при 4° оказался в среднем равным 12.3, 16.1 и 22.8% от сырого веса тела в озерах Нарочь, Мястро и Баторин.

Водоросли, увеличивающие свою численность и биомассу в присутствии еудиаптомуса, перечислены ниже (табл. 2). Среди них мелкие одноклеточные водоросли типа *Chlamydomonas* и заключенные в слизистую оболочку колониальные *Microcystis*, *Gloeocapsa* и др.

В группу водорослей, не изменяющих своей численности в присутствии еудиаптомусов, попали одиночные клетки, вполне доступные по своим размерам для питания животных, и колониальные (табл. 3).

В целом размерный диапазон выделенных групп фитопланктона оказался весьма близок. Границы размеров каждой группы достаточно условны: один и тот же вид водорослей в разных озерах мог из группы выделяемых попасть в безразличные (или прирастающие),

Т а б л и ц а 3

Водоросли, не изменяющие численности
в присутствии еудиаптомуса (безразличные)

Вид	Размер клеток, мкм	N, млн кл./мл	
		озеро	опыт
Оз. Нарочь			
Microcystis pulverea (Wood) Forti emend Elenk.	0.8	1.45	1.32
Оз. Мястро			
Cyclotella comta (Ehr.) Kutz.	12.0·10.0	0.75	0.88
Lagerheimia genevensis Chod.	6.3·6.3	4.12	5.36
Оз. Баторин			
Asterionella formosa Hass.	69.0·3.0	0.54	0.68
Ankistrodesmus minutissimus Korsch.	14.0·2.8	0.56	0.56
Scenedesmus denticulatus Blay.	8.5·3.0	0.22	2.91
Coccomyxa lacustris Chod.	21.0·15.0	1.26	1.67
Rhodomonas pusilla (Bachus) Jav.	8.5·5.0	0.58	0.71

и наоборот. Это дает основание полагать, что, вероятно, не только размер определяет пищевую ценность отдельных видов водорослей для фильтраторов планктона, но и его количество в общей биомассе. В пользу последнего предположения свидетельствуют данные о том, что размер пищевых частиц в большом диапазоне (от 15 до 165 мкм) не влияет на их потребление дафниями (Kersting et al., 1973).

Л и т е р а т у р а

- Г у т е л ь м а х е р Б.Л. Фильтрационное питание рачкового зоопланктона. - Экология, 1975, № 4, с. 86-92.
- И в л е в В.С. Экспериментальная экология питания рыб. М., 1955.
- K e r s t i n g K., H o l t e r m a n W. The feeding behaviour of *Daphnia magna* studied with the Coulter. - Verhandl. Internat. Verein. Limnol., 1973, vol. 18, p. 1434-1440.

УДК 595.426

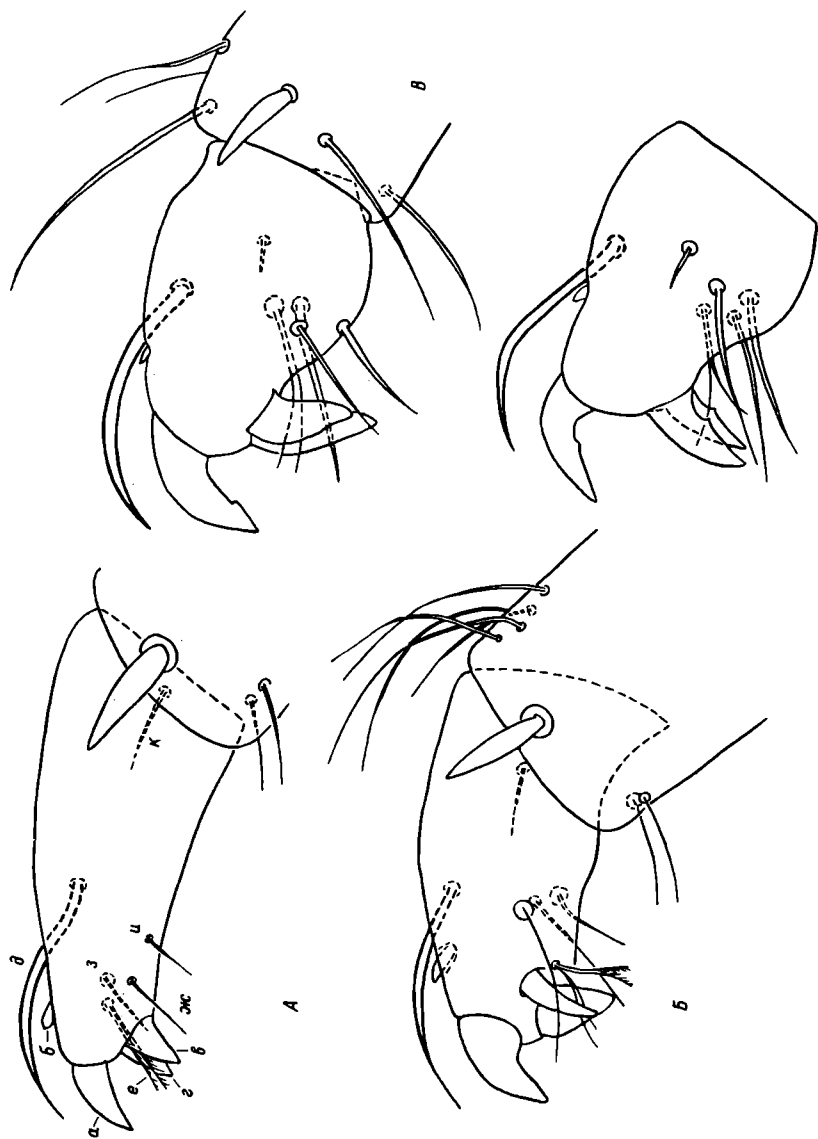
Б.А. В а й н ш т е й н

СТРОЕНИЕ ЛАПКИ ПЕДИПАЛПЫ У ВОДЯНЫХ КЛЕШЕЙ РОДА SPERCHON (SPERCHONTIDAE, ACARIFORMES)

Различение видов рода *Sperchon* обычно основывается на структуре кожи, наличии или отсутствии кожной железы на тазике III, размерах дорсальных щитков и строении педипальпы. В последнем случае принимаются во внимание относительные размеры члеников, форма и размеры бедренного шипа, расположение вентральных штифтов на голени. Строение лапки не изучено и в систематике не используется. Обычно ее изображают с двумя зубцами - вершинным и вентральным. В действительности она устроена сложнее и дает хорошие диагностические признаки.

С целью изучения лапки нами были рассмотрены следующие виды рода *Sperchon* Kramer, 1877: *S. glandulosus* Koen., *S. tridentatus* Sok., *S. papillosus* Thor., *S. clupeiifer* Piers., *S. setiger* Thor., *S. levanidovae* Wainst., *S. similis* Wainst., *S. prosperus* Wainst., *S. monticolus* Wainst., *S. termalis* Wainst., *S. laurenticus* Wainst., *S. questor* Wainst.

Вершина лапки вооружена крупным крючковидным когтем, изогнутым вниз (см. рисунок, А, а). У некоторых видов (*S. papillosus*, *S. tridentatus*, *S. clupeiifer*) (см. рисунок, В, Г) на вентральной поверхности когтя сидит небольшой субапикальный зубец. На дорсальной поверхности лапки близ вершинного когтя расположен мелкий конический шип (см. рисунок, А, Г), сидящий у основания крупной дуговидной щетинки. На вентральной поверхности близ когтя расположены 2 шипа, обычно конические (см. рисунок, А, Г). Но у *S. setiger* они когтевидные и приблизительно на середине своей длины украшены мелким зубцом с базальной стороны членика (см. рисунок, Г). У большинства изученных видов эти шипы сходны по строению и по размерам (см. рисунок, А, Г). Однако у некоторых видов (*S. glandulosus*, *S. papillosus*, *S. clupeiifer*) различаются размеры шипов (см. рисунок, В), у других (*S. laurenticus*, *S. termalis*) - размеры и форма (см. рисунок, Б). В случаях, когда вентральные шипы разновелики, меньший шип всегда располагается с внутренней (аксиальной) стороны лапки.



Строение лапки у видов рода *Sperchon*.

А – вершина голени и лапки педипальпы *S. monticolus* с внутренней стороны, Б – то же *S. termalis*, В – то же *S. papillosus*, Г – лапка педипальпы *S. setiger* с наружной стороны; а – вершинный коготь, б – дорсальный шип, в – внутренний вентральный шип, г – то же внешний, д – дорсальная щетинка, е – расщепленная щетинка, ж – внутренняя вентральная щетинка, з – то же внешняя, и – базальная щетинка, к – латеральная щетинка.

Лапка несет 6 щетинок. Самая крупная – дуговидная дорсальная (см. рисунок, д). Ее основание глубоко погружено в тело лапки, так что сидит она как бы на дне колодца. Мелкая латеральная щетинка расположена на внешней (антиаксиальной) поверхности лапки в ее базальной части (см. рисунок, к). Остальные 4 щетинки – вентральные. Своеобразна медиальная щетинка (см. рисунок, е). Ее основание находится в специальном углублении, лежащем перед вентральными шипами между ними. Сама щетинка всегда расщеплена иногда на 2 части, а иногда она ветвистая. Расположена щетинка так, что обе ее ветви или только дистальная проходят между шипами. По сторонам от этой щетинки, обычно несколько базальнее ее, сидят 2 обычные щетинки: одна с внутренней (см. рисунок, ж), другая с наружной стороны лапки (см. рисунок, з). Последняя, четвертая, щетинка (см. рисунок, и) прикреплена базальнее этой группы, будучи несколько сдвинута на внутреннюю поверхность лапки. Иногда эта щетинка сидит близ дистальной группы, иногда, особенно если лапка удлинена, заметно сдвинута базально.

Использовать для диагностики строение щетинок лапки трудно, так как они очень мелкие. Однако форма и относительные размеры когтя и вентральных шипов дают хорошие диагностические признаки.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.0/5-11

В.М. В о л о д и н

ПЛОДОВИТОСТЬ МАССОВЫХ ВИДОВ РЫБ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

1. П л о д о в и т о с т ь л е щ а

Самцы леща в Рыбинском водохранилище становятся половозрелыми в возрасте 7–8, а самки в 9–10 лет при длине тела соответственно 27–28 и 31–32 см. Соотношение полов в нерестовом ста-

Т а б л и ц а 1

Изменение соотношения полов в нерестовом стаде
с увеличением возраста рыб, % (по данным 1976 г.)

Возраст рыб, годы	Количество самок, %	Число исследован- ных рыб, шт
7	0	1
8	0	3
9	8.3	60
10	25.8	93
11	46.2	80
12	60.3	63
13	49.3	71
14	59.2	54
15	63.6	33
16	100.0	20
17	83.3	6
18	100	3

де в целом близко 1:1, но до 11-летнего возраста численно преобладают самцы, в более старшем возрасте – самки (табл. 1). Непосредственно на нерестилищах в уловах обычно самцов больше, чем самок. В 1976 г., например, в районе пос. Борок самцы составили 55%, а самки 45%. Это связано с более длительным пребыванием самцов на нерестилище по сравнению с самками, которые после вымета икры сразу отходят в другие участки водоема для нагула.

На II этапе формирования водохранилища у 16% самок наблюдалась тенденция к порционному икротетанию (Сергеев и др., 1953). В настоящее время подобные самки в нерестовом стаде отсутствуют. Это свидетельствует о произошедших изменениях качественного состава популяции.

Материалы по плодовитости собраны в 1976 г. в Волжском плесе водохранилища. Обработка гонад производилась по общепринятой весовой методике (Анохина, 1969). Всего на плодовитость исследовано 157 самок.

Индивидуальная абсолютная плодовитость самок леща в наших пробах колебалась от 51.2 до 228 тыс. икринок и составила в среднем 115.3 тыс. Индивидуальная относительная плодовитость была равна в среднем 123 икринкам/г веса тела без внутренностей при колебании от 72 до 220 шт./г. Изменения плодовитости и размеров икры с увеличением длины, веса и возраста самок представлены в табл. 2–4.

Сравнение плодовитости одноразмерных самок, нерестившихся в 1953 (Сергеев и др., 1953) и 1976 гг., показало, что на современном этапе она уменьшилась.

Т а б л и ц а 2

Зависимость воспроизводительной способности самок от длины их тела

Показатели воспроизводительной способности	Длина тела рыб (l), мм									
	331- 340	341- 350	351- 360	361- 370	371- 380	381- 390	391 400	401- 410	411- 420	421- 430
Коэффициент зрелости гонад	11.7	11.1	11.7	12.6	11.9	12.5	13.3	12.5	12.5	15.1
Абсолютная плодотворность, тыс.	83.5	81.7	90.4	101.0	109.8	121.5	134.2	120.2	128.8	180.6
Относительная плодовитость, шт./г	126	121	117	121	125	124	131	111	114	145
Диаметр икры, мм	1.28	1.28	1.32	1.31	1.30	1.35	1.35	1.38	1.39	1.36
Вес икринки, мг	0.94	0.99	1.01	1.03	0.98	1.02	1.00	1.13	1.11	1.05
Число исследованных рыб, шт.	11	14	18	22	23	19	30	11	6	3

Т а б л и ц а 3

Зависимость воспроизводительной способности самок от веса тела

Показатели воспроизводи- тельной спо- собности	Вес тела без внутренностей, г											
	601- 650	651- 700	701- 750	751- 800	801- 850	851- 900	901- 950	951- 1000	1001- 1050	1051- 1100	1101- 1150	1151- 1200
Коэффициент зрелости гонад	11.8	11.6	11.1	12.9	12.3	11.8	11.8	12.4	13.3	12.1	14.2	14.6
Абсолютная плодовитость, тыс.	79.0	80.5	84.7	97.7	110.8	111.5	103.3	120.9	134.8	118.0	153.0	189.0
Относительная плодовитость, шт./г	127	126	115	126	133	126	111	122	131	109	135	160
Диаметр икры, мм	1.28	1.28	1.30	1.34	1.32	1.31	1.34	1.35	1.34	1.37	1.37	1.34
Вес 1 икринки, мг	0.94	0.99	0.98	1.03	0.95	0.95	1.05	0.98	1.03	1.10	1.04	0.92
Число исследо- ванных рыб, шт.	5	12	16	16	13	12	26	13	18	11	9	2

Т а б л и ц а 4

Зависимость воспроизводительной способности самок от их возраста

Показатели воспроизводительной способности и размеры рыб	Возраст рыб, годы									
	10	11	12	13	14	15	16	17		
Длина (L), мм	344	352	366	378	392	396	402	414		
Вес тела без внутренних органов	704	750	839	920	999	1030	1064	1226		
Коэффициент упитанности по Кларку	1.73	1.70	1.71	1.77	1.66	1.66	1.64	1.73		
Коэффициент зрелости гонад	12.0	11.5	12.2	11.8	13.3	12.6	12.5	14.8		
Показатель относительной плодовитости	0.37	0.33	0.34	0.31	0.33	0.30	0.30	0.31		
Абсолютная плодовитость, тыс.	90.2	87.7	103.6	109.1	128.9	123.3	126.8	159.2		
Относительная плодовитость, шт./г	128	120	123	119	128	119	120	129		
Диаметр икры, мм	1.29	1.30	1.33	1.33	1.35	1.35	1.36	1.42		
Вес одной икринки, мг	0.95	0.99	1.00	0.99	1.03	1.05	1.06	1.16		
Количество исследованных рыб, шт.	15	23	31	25	23	15	18	5		

- А н о х и н а Л.Е. Закономерности изменения плодовитости рыб. М., 1969.
- С е р г е е в Р.С., П е р м и т и н И.Е., Я с т р е б к о в А.А. О плодовитости рыб Рыбинского водохранилища. – Тр. Биол. ст. „Борок“, 1953, вып. 2, с. 278–300.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 591.13:577.121.7

Ю.Ю. Д м и т р е н к о

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС И ПИЩЕВЫЕ ПОТРЕБНОСТИ ДВУХЛЕТОК МУКСУНА ИЗ ОЗЕР КАРЕЛИИ

Повышение рыбопродуктивности внутренних водоемов, используемых для выращивания товарной рыбы, требует знаний по эффективности утилизации в них кормовой базы на рост и трансформации энергии потребленной пищи в организме рыб.

В 1975–1976 гг. на двух водоемах Вешкелицкой группы озер, расположенных в южной Карелии, выполнены исследования по определению основных элементов энергетического баланса и пищевых потребностей двухлеток муксуна. Площадь опытных озер составляет 3.7–7.9 га, средняя глубина – 4–6.5 м, максимальная – до 13.5 м. Озера слабопроточные (коэффициент условного водообмена до 1).

По материалам Л.Н. Гордеевой и Г.Е. Новосельцева (СеврыбНИИ-проект), количественные показатели зообентоса высокие – средняя биомасса 1.9–9.4 г/м² при численности 0.16–0.75 тыс. экз./м². Основу биомассы составляют личинки хирономид и стрекоз. Биомасса зоопланктона составляла 2.4–4.0 г/м³, численность – 78–140 тыс. экз./м³. В составе планктона доминировали еудиаптомусы и дафнии. Гидрохимический режим отвечал требованиям обитания сиговых рыб.

Рационы рассчитывали по балансовому равенству энергии (Винберг, 1956). Величина ассимилированной пищи определялась как сумма энергии прироста и энергии, использованной на процессы жизнедеятельности. Для расчета трат на обмен использовали уравнение зависимости потребленного молодью сигов кислорода от веса тела (Рыжков, 1973). Эффективность использования пищи на рост определяли по величине коэффициента использования ассимилированной пищи (Ивлев, 1939). Калорийность 1 г сырого веса рыбы принималась равной 1 ккал (Винберг, 1970), зоопланктона –

0.62 ккал, бентоса – 0.74 ккал (Мельничук, 1970, 1973). Продолжительность периода выращивания – 390 дней.

Осенью 1975 г. оз. Пиюламба (7.9 га) было зарыблено сеголетками муксуна средней массой 55 г из расчета 140 шт./га. Как показали наблюдения, в зимний период муксун продолжает питаться и расти. Основу пищевого рациона составляли личинки хирономид и хаоборус (85% по весу). Средняя масса сеголетков в январе равнялась 89.5 г. В летний период (август) содержимое желудков муксуна средней массой 311 г состояло из моллюсков (го-рошины, катушки), личинок хирономид, поленок, гелеид, воздушных насекомых и циклопов. Степень наполнения желудочно-кишечных трактов высокая (212⁰/ооо). В октябре интенсивность питания также высокая (247⁰/ооо). Пищевой спектр двухлеток заметно расширился за счет компонентов зоопланктона (циклопы, босмины). В то же время отдельные особи продолжали питаться исключительно личинками хирономид.

В оз. Тервуламба (3.7 га), зарыбленном в 1975 г. сеголетками муксуна средней массой 40 г из расчета 160 шт./га, зимний корм состоял из бентоса (моллюски и личинки хирономид). Средняя масса в январе достигала 66.7 г. В августе средний вес двухлеток равнялся 232 г при колебаниях от 185 до 300 г. Основу пищевого комка составляли придонный рачок эврицеркус и в меньшей степени личинки хирономид, водяные клопы, ил и детрит. Интенсивность питания высокая – 191⁰/ооо. В октябре средняя масса муксуна достигла 300 г. В составе пищевого комка до 90% веса составляли хирономиды и моллюски.

Поступление органического вещества и энергии в организм муксуна шло в основном за счет потребления зообентоса. Такой характер питания удовлетворяет энергетические потребности рыбы и способствует более полной утилизации естественной кормовой базы.

За период выращивания прирост двухлеток муксуна в оз. Пиюламба составил 0.91 г/экз. в сутки, общие энергетические потребности – 5.07 ккал/сут. На функциональный обмен расходовалось 3.14 ккал/сут, что в переводе на животные корма равно 2825 г (см. таблицу).

В оз. Тервуламба энергетические потребности составили 3.95 ккал/сут, или 2505 г. На пластический обмен муксун расходовал 21% ассимилированной энергии пищи. Среднесуточный прирост – 0.66 г/экз. в сутки.

На основании полученных данных при расчете плотности посадки и получения товарной навески в 300 г потребуется пищи для двухлеток муксуна 2550 г (в основном зообентос).

Результаты исследований говорят о высоких продукционных возможностях муксуна и позволяют рекомендовать его в качестве перспективного объекта товарного рыбоводства в озерах Северо-Запада.

Энергетический баланс и пищевые рационы двухлеток муксуна

Водоем	\bar{W} , г	P, ккал	R, ккал	A, ккал
Пшюламба	411	356	1228	1583
Тервуламба	300	260	975	1235

Продолжение

Водоем	C		K ₂	Количество корма, потребленное рыбой, г	КК
	ккал	%			
Пшюламба	1978	4,81	0.22	планктон - 282 бентос - 2543	8
Тервуламба	1544	5.14	0.21	планктон - 441 бентос - 1364	9

П р и м е ч а н и е. \bar{W} - конечный вес, P - прирост, R - траты на обмен, A - ассимилированная пища, C - рацион, K₂ - отношение энергии прироста к энергии ассимилированной пищи, КК - кормовой коэффициент.

Л и т е р а т у р а

- В и н б е р г Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск, 1956.
- В и н б е р г Г.Г. Общие особенности экономической системы оз. Дривяты. - В кн.: Биологическая продуктивность эвтрофного озера. М., 1970, с. 185-196.
- И в л е в В.С. Энергетический баланс карпов. - Зоол. ж., 1939, т. 18, № 2, с. 303-318.
- М е л ь н и ч у к Г.Л. Пищевые потребности и баланс энергии молоди сазана Кременчугского водохранилища. - Гидробиол. ж., 1970, т. 6, № 5, с. 66-71.
- М е л ь н и ч у к Г.Л. Пищевые потребности и баланс энергии молоди леща, густеры, синца и судака Кременчугского водохранилища. - В кн.: Пищевые потребности и баланс энергии у рыб. Киев, 1973, с. 50-118.
- Р ы ж к о в Л.П. Об использовании кормов рыбами различных видов. - В кн.: Биологические исследования на внутренних водоемах Прибалтики. Минск, 1973, с. 205-207.

Северный научно-исследовательский
и проектно-конструкторский институт рыбного хозяйства

Н.Ф. С и л к и н, Н.И. С и л к и н а

БИОХИМИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ ЛЕША
РЫБИНСКОГО И ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

Леш в Рыбинском и Горьковском водохранилищах, образуя устойчивые популяции с определенными местами нереста, нагула и зимовки (Поддубный, 1971), различается по степени зараженности рыб паразитами (Изюмова, 1977), антимикробным свойствам сыворотки крови (Микряков, 1978), характеру питания (Житенева, 1958). Эти различия, выявленные между популяциями леща волжских водохранилищ, несомненно связаны со специфическими для данных водоемов биотическими и абиотическими условиями среды обитания (Рыбинское водохранилище и его жизнь, 1972; Волга и ее жизнь, 1978). Проводимые нами исследования, направленные на оценку иммунологического и физиолого-биохимического состояния леща в разные периоды года (Микряков, Силкин, 1976; Силкин, 1977), позволили выявить корреляционные связи между антимикробными свойствами и содержанием белков и липидов в сыворотке крови во времени и пространстве (Силкин, Микряков, 1978; Микряков и др., 1979).

Настоящая работа посвящена определению биохимической разнокачественности леща Рыбинского и Горьковского водохранилищ с целью определения механизмов, обуславливающих пути адаптации рыб к конкретным условиям среды обитания.

В Рыбинском водохранилище сбор материала проводился в августе-сентябре, когда нагульные скопления определяются достаточно четко, в Моложском, Шекснинском, Волжском плесах и в Пошехонье-Володарском районе. В Горьковском водохранилище пробы собирались в июле в верхнем (пос. Красный Профинтерн), среднем (пос. Волгореченск) и нижнем (пос. Сокольское) участках водоема. У 224 половозрелых особей размером 30-40 см и весом 600-1200 г определялась упитанность, жирность, количество общих липидов и содержание отдельных фракций сывороточных белков. Коэффициенты упитанности рассчитывали по формулам Фультона и Кларк, жирность рыб - визуально по пятибалльной шкале, разработанной М.Л. Прозоровской (Правдин, 1966). Липиды сыворотки крови определяли по методу Зольнера (Zollner, Kirsch, 1962), белки - электрофорезом на ацетатцеллюлозной пленке. Статистическая обработка данных проведена на ЭВМ „Минск-22“.

В августе лещи Волжского плеса достоверно отличались от лещей Шекснинского плеса и Пошехонье-Володарского района низким содержанием альбумина и высоким β_1 -глобулинов (табл. 1). У рыб Шекснинского плеса белков сыворотки крови - α - и γ -глобулинов - было обнаружено меньше, чем у особей, выловленных в районе Пошехонье-Володарска и Волжского плеса. В сентябре лещ Волжского

Т а б л и ц а 1

Биохимическая разнокачественность леща Рыбинского водохранилища

Признаки	Шекснинский плес - I		Пошехонье-Володарский р-н - II		Волжский плес - III		I-II		I-III		II-III	
	n	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	n	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	n	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	t	p>	t	p>	t	p>
Август												
Альбумины	30	28.3 \pm 0.8	19	28.1 \pm 0.8	28	23.2 \pm 0.8	0.19		4.06	0.001	4.36	0.001
α -глобулины	30	27.5 \pm 0.8	19	30.4 \pm 1.1	28	30.3 \pm 1.2	2.18	0.05	1.95		0.08	
β_1 -глобулины	17	16.8 \pm 1.2	11	16.6 \pm 1.5	21	20.6 \pm 1.2	0.13		2.30	0.05	2.14	0.05
γ -глобулины	26	11.6 \pm 0.9	18	11.7 \pm 1.0	28	13.9 \pm 0.7	0.12		2.09	0.05	1.76	
Сентябрь												
Улитанность Ф	34	2.01 \pm 0.04	25	1.95 \pm 0.03	16	2.13 \pm 0.04	1.30		2.33	0.02	3.87	0.001
Улитанность К	34	1.80 \pm 0.02	25	1.76 \pm 0.03	16	1.89 \pm 0.04	1.15		2.18	0.05	2.78	0.01
Жирность	34	1.59 \pm 0.15	25	1.00 \pm 0.19	16	2.25 \pm 0.25	2.44	0.02	2.28	0.01	3.97	0.001
Липиды	34	1192.6 \pm 36.2	25	1124.0 \pm 31.7	16	1402 \pm 33.2	1.43		4.26	0.001	6.06	0.001
Альбумины	34	28.8 \pm 0.6	25	25.7 \pm 0.95	16	27.2 \pm 1.0	2.71	0.01	1.39		1.03	
α -глобулины	34	28.9 \pm 0.7	25	28.8 \pm 0.9	16	24.7 \pm 1.9	0.14		2.03	0.05	1.89	
β -глобулины	29	29.5 \pm 1.0	22	34.3 \pm 1.2	15	33.9 \pm 1.7	3.07	0.01	2.22	0.05	0.19	

П р и м е ч а н и е. Здесь и далее альбумины и глобулины, %, липиды, мг/%; n - количество исследованных рыб; $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ - средняя арифметическая и ее средняя ошибка; t - критерий достоверности; p - уровень значимости; улитанность Ф и К - улитанность по Фультону и Кларк.

Т а б л и ц а 2

Биохимическая разнокачественность леща Горьковского водохранилища

Признаки	Сокольское - I		Волгореченск - II		Красный Профинтерн - III		I-II		I-III		II-III	
	n	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	n	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	n	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	t	p >	t	p <	t	p >
Упитанность Ф	20	2.02 ± 0.03	22	2.12 ± 0.03	29	2.03 ± 0.03	2.44	0.02	0.18	0.05	2.16	0.05
Липиды	21	613.6 ± 35.7	22	721.0 ± 25.3	27	692.4 ± 25.0	2.46	0.02	1.81	0.05	0.80	
Альбумины	21	27.9 ± 0.8	22	31.8 ± 1.4	29	28.8 ± 1.0	2.49	0.02	0.74	0.05	1.74	
β_1 -глобулины	16	14.1 ± 0.99	11	12.9 ± 0.9	22	16.1 ± 0.8	0.91		1.58	0.05	2.68	0.01

Т а б л и ц а 3

Различия биохимических показателей у самок и самцов

Место лова	Признаки	Самки		Самцы		t	p>
		n	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	n	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$		
Р ы б и н с к о е в о д о х р а н и л и щ е							
Пошехонье-Володарский р-н (август)	Липиды	5	779.6 \pm 19.6	7	675.3 \pm 29.0	2.72	0.05
	Альбумины	9	25.4 \pm 1.1	7	29.5 \pm 1.4	2.32	0.05
	Жирность	14	0.64 \pm 0.20	11	1.45 \pm 0.31	2.28	0.05
	β_1 -глобулины	7	14.2 \pm 2.1	8	21.2 \pm 0.9	3.26	0.01
	γ -глобулины	12	12.7 \pm 1.1	10	9.4 \pm 1.1	2.12	0.05
Г о р ь к о в с к о е в о д о х р а н и л и щ е							
Красный Профинтерн (июль)	β_1 -глобулины	5	14.8 \pm 1.6	6	11.2 \pm 1.0	2.39	0.05
	β_2 -глобулины	8	35.0 \pm 2.4	13	27.2 \pm 2.4	2.14	0.05

плеса достоверно отличался от рыб других исследованных плесов по коэффициентам упитанности, жирности и содержанию общих липидов в сыворотке крови. Особи из Шекснинского плеса в отличие от лещей Моложского имели высокое содержание альбумина, показатель жирности был выше, а по сравнению с рыбами Волжского плеса — высокий процент α -глобулинов. По содержанию β -глобулинов лещи Шекснинского плеса достоверно отличались от таковых Моложского и Волжского плесов. В остальных показателях достоверных различий не выявлено.

Лещи Горьковского водохранилища, выловленные в районах Красного Профинтерна, Волгореченска и Сокольского, различались между собой по коэффициенту упитанности (табл. 2). Показатель коэффициента упитанности и количество общих липидов и альбумина у особей из района Волгореченска были выше, чем из района пос. Сокольское, а количество β_1 -глобулинов ниже, чем у лещей из района Красного Профинтерна.

В августе у самок леща Рыбинского водохранилища липидов было больше, чем у самцов (табл. 3). В сентябре количество альбуминов и β_1 -глобулинов, а также жирность ниже, процентное же содержание γ -глобулинов выше, чем у самцов. В Горьковском водохранилище у самок, выловленных в районе Красного Профинтерна, β_1 - и β -глобулинов оказалось больше, чем у самцов. В остальных случаях достоверных отличий между ними не наблюдалось.

Таким образом, рыбы, обитающие в различных местах указанных водоемов, различаются между собой по содержанию ряда биохимических компонентов. Различия, выявленные по некоторым биохимическим и морфо-физиологическим показателям, зависят от времени года, места обитания и пола рыб.

Л и т е р а т у р а

- В о л г а и ее жизнь. Л., 1978.
- Ж и т е н е в а Т.С. О питании леща в Рыбинском водохранилище. — Тр. Биол. ст. „Борок“, 1958, вып. 3, с. 259–272.
- И з ю м о в а Н.А. Паразитофауна рыб водохранилищ СССР и пути ее формирования. Л., 1977.
- М и к р я к о в В.Р. Актуальные вопросы иммунологии рыб. — В кн.: Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. Л., 1978, с. 116–133.
- М и к р я к о в В.Р., С и л к и н Н.Ф. О функционировании иммунной системы у рыб в различные периоды годового цикла. — В кн.: Экологическая физиология рыб. Киев, 1976, ч. 2, с. 18.
- М и к р я к о в В.Р., С и л к и н Н.Ф., С и л к и н а Н.И. Антимикробные свойства сыворотки крови. — В кн.: Физиология и паразитология пресноводных животных. Л., 1979, с. 125–132.
- П о д д у б н ы й А.Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л., 1971.

- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966.
- Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л., 1972.
- Силкин Н.Ф. Сезонные изменения белков сыворотки крови леща Рыбинского водохранилища. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1977, № 34, с. 60-64.
- Силкин Н.Ф., Микряков В.Р. Корреляционная связь антимикробных свойств сыворотки крови леща с некоторыми физиолого-биохимическими показателями организма в разные периоды года. - Тез. докл. Всесоюз. семинара „Пути улучшения ветеринарно-санитарных мероприятий по профилактике и ликвидации инфекционных болезней рыб в рыбоводных хозяйствах и бассейнах зимовальных комплексов“. М., 1978, с. 54.
- Zollner N., Kirsch K. Die Untersuchungen Serumlipides eines gewisseres Säugetieren. - Z. ges. exptl. Med., 1962, Bd 135, S. 545-561.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

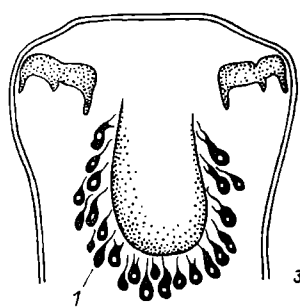
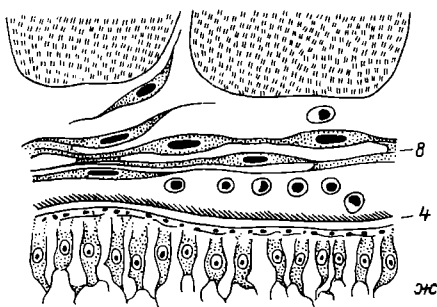
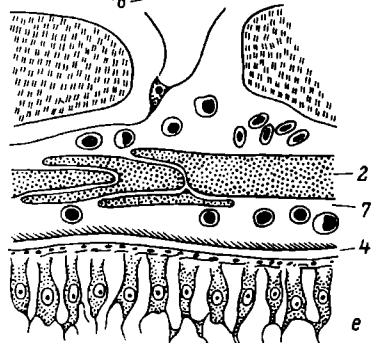
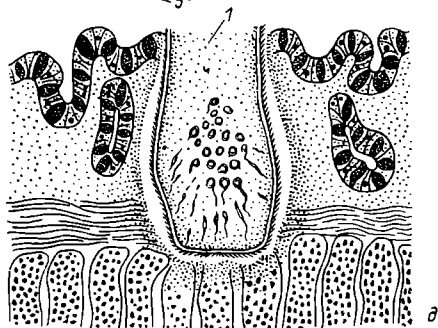
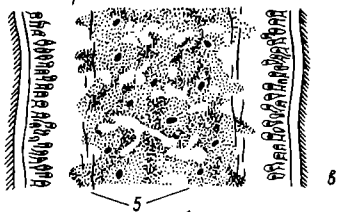
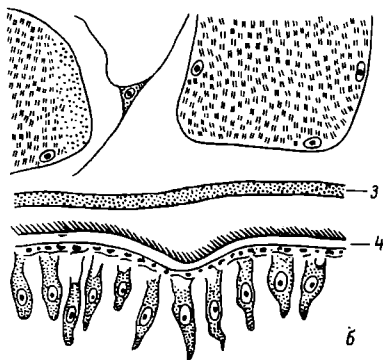
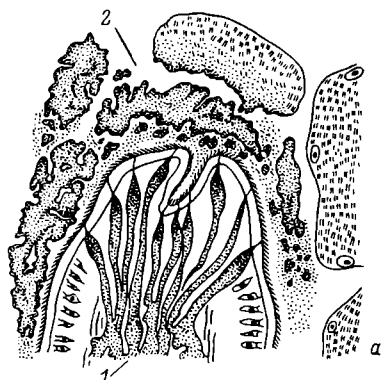
УДК 576.895.121

В.Г. Давыдов

ОСОБЕННОСТИ ПРОНИКНОВЕНИЯ ПЛЕРОЦЕРКОИДОВ НЕКОТОРЫХ ЦЕСТОД В ТКАНИ ИХ ХОЗЯЕВ

Многие авторы отмечали способность плероцеркоидов, локализующихся в тканях, активно мигрировать в них и проникать через стенку кишечника при заражении резервуарных (накопительных) хозяев для достижения мест паразитирования (Павловский, Гнездилов, 1939; Kuhlow, 1953; Halvorsen, Wissler, 1973). У плероцеркоидов из сем. *Diphyllbothridae* давно известны железы, протоки которых открываются на переднем конце тела, так называемые фронтальные железы. Высказывались предположения об их участии в процессе миграции личинок в тканях хозяев (Kuhlow, 1953; Halvorsen, Wissler, 1973). Тем не менее специальные исследования не разрешили этого вопроса (Kwa, 1972). В нашу задачу входило выявление структур, способствующих процессу миграции паразитов, и изучение вызываемых при этом патологических изменений в тканях.

Материалом для работы послужили плероцеркоиды *Diphyllbothrium latum* и участки инвазированной ими мускулатуры шук, мускулатура ряпушки с плероцеркоидами *Triaenophorus crassus* и печень окуней с *T. nodulosus*. Рыбы отлавливались в Рыбинском водохранилище. Гистологические срезы толщиной 7 мкм



окрашивались гематоксилин-эозином и паральдегид-фуксином (ПАФ) по Гомори-Габу.

В мышечной ткани, прилегающей к переднему концу плероцеркоидов *D. latum*, отмечены кровоизлияния и отек, волокна ее распадаются на отдельные гомогенные глыбки, впоследствии резорбирующиеся (см. рисунок, а). Защитные клеточные реакции в этой области отсутствуют. Немногочисленные скопления лимфоцитов и моноцитов обнаружены только около заднего конца паразита. Часто плероцеркоиды свободно лежат среди мышечных волокон, а в случаях формирования вокруг них соединительнотканной капсулы она остается очень тонкой (в 1-2 слоя клеток) либо полностью коллагенизируется (см. рисунок, б). При окраске ПАФ у плероцеркоидов *D. latum* отчетливо выявляется сильно развитый железистый аппарат синцитиального строения. Он расположен в медуллярной паренхиме вдоль всей длины тела (см. рисунок, в). Протоки открываются на поверхности сколекса и во фронтальную ямку. Для выяснения функциональной связи между способностью плероцеркоидов к проникновению в ткани и секреторной активностью железистого аппарата была осуществлена экспериментальная реинвазия. Вначале 5, а затем 16 личинок, извлеченных из мускулатуры, поместили в желатиновые капсулы, которые ввели в желудок 2 шукам. При вскрытии через 24 ч у одной из них все плероцеркоиды находились на разных стадиях проникновения через стенку желудка. У второй шуки, вскрытой через 3 суток, все 16 личинок находились уже в полости тела и мускулатуре. Исследование плероцеркоидов, проникших через стенку желудка, показало, что общее количество секрета значительно уменьшилось (см. рисунок, г), а в задней половине тела он практически отсутствовал.

Плероцеркоиды *T. nodulosus* паразитируют в печени окуней, налимов и некоторых других видов рыб (Куперман, 1973). Вокруг паразитов образуется соединительнотканная капсула значительной толщины (Scheuring, 1923; Пронина, 1978). Наши исследования показали, что окруженные капсулой плероцеркоиды в печени окуней, как правило, не мигрируют. Однако в природе достаточно часто встречаются крупные экземпляры налимов, инвазированные плероцеркоидами *T. nodulosus* (Куперман, 1973). Несомненно,

Патологические изменения в тканях и железы плероцеркоидов.

а-г - *Diphyllbothrium latum*, д - *Triaenophorus nodulosus*, е-з - *T. crassus*. 1 - сколексы плероцеркоидов с железистыми клетками и их протоками, 2 - разрушение мышечных пучков, 3 - коллагенизированная капсула, 4 - поверхность паразитов, 5 - расположение желез в паренхиме *D. latum* до реинвазии, 6 - снижение количества секрета у *D. latum* после реинвазии, 7 - лимфоциты, 8 - соединительнотканная капсула.

что здесь имеет место реинвазия, так как возможность попадания циклопов, зараженных плероцеркоидами, в этом случае практически исключается. Для выяснения этого вопроса мы скармливали зараженных плероцеркоидами окуней налимам. При вскрытии их через 2–3 суток было обнаружено, что личинки активно внедряются в стенку кишечника (см. рисунок, д) и способны достигать мест паразитирования (печень или полость тела). Важно отметить, что проникать через ткани кишечника способны и плероцеркоиды, лишенные крючьев, т. е. не достигшие окончательного формирования. Гистологическое изучение участков кишечника в области проникновения паразитов указывает на лизирующий характер их воздействия на ткани, которые не механически разрываются, а превращаются в однородную массу. В паренхиме сколекса внедряющихся плероцеркоидов при окраске ПАФ выявляется множество железистых клеток, протоки которых подходят к боковым поверхностям и теменной пластинке. В то же время при исследовании плероцеркоидов, инкапсулированных в печени окуней, ни в одном случае железистых клеток обнаружить не удалось.

Исследование мышц ряпушки, инвазированных близким к *T. nodulosus* видом, — *T. crassus* — показало, что плероцеркоиды способны к миграции в тканях. Вокруг их передних концов нет соединительнотканной капсулы, наблюдаются кровоизлияния, отек мышц. Миофибриллы мышечных пучков превращаются в однородную массу, которая вытягивается и образует плотный слой в отдельных окружающих паразита участках (см. рисунок, е). Защитная клеточная реакция хозяина как вблизи сколекса, так и вокруг других отделов тела личинок слабая. Встречаются одиночные либо в виде небольших скоплений лимфоциты, моноциты и фибробласты. Тонкая, в 2–5 слоев клеток, соединительнотканная капсула окружает в основном заднюю половину тела плероцеркоидов (см. рисунок, ж). В сколексе личинок локализовано большое количество постоянно функционирующих железистых клеток. Они располагаются в паренхиме и субтегументальном слое, а по своей морфологии сходны с субтегументальными клетками. Секреторные протоки в большинстве открываются по краю ботридиальных ямок (см. рисунок, з).

Результаты исследования позволяют заключить, что фронтальные железы плероцеркоидов *D. latum*, как и впервые выявленные железы у *T. nodulosus* и *T. crassus*, непосредственно связаны со способностью этих паразитов мигрировать в тканях хозяев. Это вытекает из следующего. При реинвазии, после проникновения *D. latum* через стенку желудка, количество секрета в железах значительно уменьшается. Очевидно, он активно расходуется в этот период. Ранее электронномикроскопически было показано, что протоки желез плероцеркоидов *D. latum*, содержащие крупные электронно-плотные секреторные гранулы, пронизывают тегумент и открываются на поверхности тела (Куперман, Давыдов, 1978). У плероцеркоидов *T. nodulosus*, инкапсулированных в печени и не мигрирующих, железистые клетки не функционируют, однако проявля-

ются в значительном числе в момент прохождения через кишечную стенку налимов. Существенно, что вокруг сколексов плероцеркоидов мышечная ткань подвергается лизису, а не механическому повреждению. *D. latum* не имеют каких-либо органов, способствующих механическому продвижению в тканях. В то же время плероцеркоиды *T. nodulosus* способны реинвазировать резервуарных хозяев и в случае, когда крючья у них еще не сформированы. По всей видимости, имеющиеся у плероцеркоидов *T. nodulosus* и *T. crassus* крючья нужны в основном на взрослой стадии развития паразитов для фиксации в слизистой кишечника окончательного хозяина и не играют существенной роли в проникновении через ткани. На основании изложенных фактов фронтальные железы у исследованных плероцеркоидов, по нашему мнению, следует рассматривать как железы проникновения, что отражает их функциональные особенности.

Л и т е р а т у р а

- Кулерман Б.И. Ленточные черви рода *Triaenophorus* - паразиты рыб. Л., 1973.
- (Кулерман Б.И., Давыдов В.Г.) Kuperman B.I., Davydov V.G. The ultrastructure and function of frontal gland of cestodes. - Fourth intern. congress parasitol., Warszawa, 1978, sec. B, p. 40-41.
- Павловский Е.Н., Гнездилов В.Г. Экспериментальное исследование над плероцеркоидами лентеца широкого в связи с вопросом о круге их потенциальных хозяев. - Тр. ВМА, 1939, т. 19, с. 97-116.
- Пронина С.В. Взаимоотношения плероцеркоидов *Triaenophorus nodulosus*, *T. amurensis* и *Diphyllobotrium dendriticum* с тканевыми системами рыб. - Автореф. канд. дис., Алма-Ата, 1978.
- Halvorsen O., Wissler O. Studies of the helminth of Norway. 28: An experimental study of the ability of *Dipyllobothrium latum*, *D. dendriticum* and *D. ditremum* to infect paratenic hosts. - Norw. J. Zool., 1973, vol. 21, N 3, p. 1-15.
- Kuhlow F. Bau und Differentialdiagnos heimischer *Diphyllobotrium Plerocercoides*. - Z. Tropenmed. Parasit., 1953, vol. 4, N 2, p. 186-202.
- Kwa B. Studies on the Sparganum um of *Spirometra erinacei*. 1. The histology and histochemistry of the scolex. - Internat. J. Parasitol., 1972, vol. 2, N 1, p. 23-28.
- Scheuring L. Studien on Fischparasiten. 1. *Triaenophorus nodulosus* and die durchihn im Fishkorper hervorgernfenen pathologischen Ver-

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 551.526(285.2)

В.Ф. Рошупко, А.С. Литвинов

ТЕРМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЛОГО ОЗЕРА В БЕЗЛЕДНЫЙ ПЕРИОД

В работе рассматриваются предварительные результаты анализа среднедекадных величин температуры поверхностного слоя воды (0,5 м) на гидрологических постах Белого озера (Гидрологический ежегодник, 1968, 1968-1978) за период существования Шекснинского водохранилища (1963-1977 гг.). Бассейн Белого озера расположен в зоне южной тайги, его климатические условия характеризуются продолжительной, но сравнительно мягкой зимой, умеренно теплым летом и неустойчивой погодой в переходные периоды. Котловина озера эллиптическая с плавным понижением к центру и ровным дном. На большей площади озера глубина составляет 5-5,5 м, средняя - 4,3 м.

Наступление весны на озере, устанавливаемое по окончанию нарастания толщины льда, в среднем приходится на первую пятидневку апреля. Средняя многолетняя дата вскрытия озера 26-29 апреля, а полного очищения ото льда - 11 мая. Весеннее повышение температуры воды в озере начинается еще подо льдом. Приrost температуры поверхностного слоя воды за первую декаду мая составляет 2-3°. После полного очищения ото льда начинается интенсивный прогрев водных масс. Наибольший приrost температуры воды наблюдается во второй декаде мая (табл. 1). В период половодья температура вод речных притоков на 1,5-2° выше озерных. Это приводит к возникновению в озере значительных горизонтальных градиентов температуры, достигающих 1° на 1 км, а разность в температуре воды между отдельными участками озера в мае может составлять 9°. В первой декаде июня при температуре воды 14-15° происходит ее выравнивание по акватории озера. На этом заканчивается период весеннего прогрева. По вертикали для этого периода характерна гомотермия с интенсивным прогревом водной толщи и медленным ее охлаждением при возврате холодов. Межгодовые колебания среднедекадных значений температуры воды для весны велики и характерны для всех постов. В мае они составляют 3,4-15,2°, в июне - 5,1-8,9°. За период с 1964 по 1977 г. самой холодной была весна 1974 г., когда среднедекадная темпе-

Т а б л и ц а 1

Среднедекадные значения температуры поверхностного слоя воды на постах Белого озера (1964-1977 г.)

Пост	IV	V			VI			VII			VIII			IX			X		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
С. Ковжа	2.2	5.2	9.7	11.6	14.6	16.6	18.2	19.3	19.6	19.7	19.0	17.3	16.1	14.5	11.6	8.5	6.2	4.3	2.4
С. Киселева	0.9	3.3	8.3	10.6	14.0	15.5	17.7	18.8	19.1	19.3	18.9	17.3	15.9	14.4	11.5	8.5	6.1	3.8	1.8
Г. Белозерск	1.4	3.4	7.0	10.0	13.9	16.2	18.0	18.7	18.9	19.2	18.6	16.9	15.4	14.0	11.5	8.7	6.3	4.2	2.4
С. Крожино	2.5	5.3	7.6	10.2	14.0	16.3	18.2	19.2	19.5	19.8	19.0	17.2	15.4	13.8	11.2	8.7	5.9	4.0	2.3

Т а б л и ц а 2

Ледовые явления на Белом озере (средняя дата и продолжительность явлений, сутки)

Пост	Осенние и зимние ледовые явления				Весенние водоемы			
	появление осенних ледо- вых образо- ваний	начало ледостава	продолжительность		подвижка льда или появление закраин	оттаивание от льда	продолжитель- ность периода таяния льда	
			осенних ледо- вых явлений	ледостава				
С. Вашки (1901-1962 гг.) С. Ковжа (1901-1926, 1931-1962 гг.) Г. Белозерск (1881-1962 гг.)	25 X	10 XI	16	170	29 IV	11 V	12	
	3 XI	11 XI	9	167	26 IV	30 IV	3	
	31 X	9 XI	9	169	28 IV	11 IV	12	

ратура речных вод на $4.7-5.6^{\circ}$, а озерных на $3.2-8^{\circ}$ была ниже нормы. В самую теплую весну 1975 г. средняя за декаду температура воды на посту с. Ковжа поднималась до 18.3° , что на 9° выше средней многолетней величины. На других постах она составляла $16-17^{\circ}$, что также превышало норму на $5-7^{\circ}$.

Период летнего прогрева характеризуется повышением температуры до 3-й декады июля, когда, по средним многолетним данным, наступает максимальный прогрев водной массы озера. Среднедекадное повышение температуры в июне составляет $1.3-2.2^{\circ}$, а в июле уменьшается до $0.5-0.8^{\circ}$. В начале периода летнего прогрева, по многолетним данным в северной части озера у поста с. Киснема, температура воды на $0.8-1.3^{\circ}$ ниже, чем на других участках. Более низкие значения температуры воды в северной части, очевидно, связаны с особенностями циркуляции вод в озере и концентрацией здесь зимних холодных вод. К концу летнего периода разность температуры по акватории озера не превышает $0.5-0.7^{\circ}$. Средняя многолетняя температура поверхностного слоя воды Белого озера в период максимального прогрева составляет $19.2-19.8^{\circ}$. Максимальная температура $23.6-26.1^{\circ}$ за рассматриваемый период наблюдалась в 1972 г., минимальная — 18° в 1965 и 1969 гг. По вертикали состояние водной массы близко к гомотермии, однако в штилевые солнечные дни в озере может возникать термическая стратификация, при этом разность между температурой поверхностного и придонного слоев изменяется от 1.1 до 4.4° .

Период осеннего охлаждения начинается с первой декады августа и продолжается до 19-21 октября. В начале периода понижение температуры воды составляет $0.5-0.8^{\circ}$ за декаду, а в конце сентября-начале октября — $2.6-3.2^{\circ}$. К третьей декаде октября температура воды по акватории озера сильно понижается. Межгодовые колебания среднедекадных температур поверхностного слоя в период осеннего охлаждения составляют $4-7.5^{\circ}$.

По данным водомерных постов, первые ледовые образования появляются в конце октября-начале ноября (табл. 2), а ледостав — 9-11 ноября. Ранняя дата начала ледостава приходится на 16-24 октября, поздняя — 30 ноября-14 декабря.

Вследствие мелководности озера и интенсивного перемешивания водной толщи ледостав начинается при средней по вертикали температуре 0.3° . Однако в отдельные годы при резком похолодании, сопровождающемся штилевой погодой, водная масса озера может уходить под лед со средней по вертикали температурой, равной $0.7-0.8^{\circ}$, что, например, наблюдалось осенью 1976 г.

Выполненный анализ показал, что межгодовые колебания среднедекадных величин температуры поверхностного слоя воды на Белом озере за период с мая по октябрь велики и в отдельные месяцы могут достигать 12° . Это дает основание сделать предварительное заключение о том, что при территориальном перераспределении стока изменения в температурном режиме воды Белого озера не будут выходить за пределы естественных межгодовых колебаний.

Гидрологический ежегодник, 1964. Л., 1968, т. 4, вып. 1-3.

Гидрологический ежегодник, 1965-1975. Горький, 1968-1978, т. 4, вып. 1-3.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.555.6(285.2)

Л.А. Кузнецова, Ю.М. Матарзин

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Единственная попытка изучения донных отложений Камского водохранилища относится к 1965-1967 гг., когда на основании полевых исследований Ю.М. Матарзиным и И.К. Машкевичем (1970) была составлена схема распределения иловых отложений. Поэтому донные отложения камских водохранилищ до сих пор остаются слабоизученными. Сведения о физико-механических и химических характеристиках отложений в печати отсутствуют.

В настоящей статье на основании механических анализов 50 образцов донных отложений, отобранных в мае 1978 г., делается попытка охарактеризовать их механический состав и рассчитать средний диаметр частиц и гранулометрические коэффициенты (коэффициент сортировки S_0 и коэффициент асимметрии S_K).

Сведения о механическом составе и гранулометрические коэффициенты основных типов отложений показывают, что частицы размером более 0.5 мм встречаются преимущественно в среднезернистых песках, отмечающихся на верхних участках водохранилища (см. таблицу). Содержание этой фракции в них меняется от 1.5 до 38.7%. Частицы размером более 1 мм отмечены только в 3 случаях, их содержание не превышает 4%. Основную часть среднезернистых песков составляют частицы размером 0.5-0.2 мм (54.4-89.9%). Содержание частиц 0.2-0.1 мм в этих отложениях не превышает 30%. В весенний период участки верховьев водохранилища характеризуются хорошей промытостью в русловой части, в связи с чем здесь отсутствуют частицы мельче 0.1 мм. Средняя крупность песчаных отложений меняется от 0.31 до 0.52 мм. Коэффициенты сортировки этих отложений близки по своим значениям (1.17-1.31) и не выходят за пределы 1.5, что свидетельствует о хорошей сортировке частиц.

По мере продвижения к плотине с изменением гидродинамической активности водоема происходит постепенная смена одних типов

С 6
Механический состав (% от сухого веса) и гранулометрические коэффициенты
донных отложений Камского водохранилища

Донные отложения	Сумма фракций			M_d	S_0	S_k	Местополо- жение на во- дохранилище
	>0.1	0.1-0.01	<0.01				
Среднезернистый песок	99.1-100.0	-	-	0.31-0.52	1.17-1.31	0.12-0.16	I, 1, 2
Илистый песок	35.6-58.4	25.8-52.1	12.3-15.4	0.18-0.21	2.08-2.31	0.10-0.13	I, 2
Песчанистый серый ил	10.4-20.3	62.8-70.0	15.0-26.7	0.04-0.07	2.12-2.64	0.35-0.36	I, 2
Песчанистый бурый ил	16.2-26.5	60.4-66.3	7.2-23.4	0.04-0.05	2.00-3.31	0.80-1.00	II, 7
Серый ил	Следы 10.4	16.4-67.8	21.5-82.6	0.01-0.05	1.00-2.24	0.10-0.56	III, 9
							II, 3-7
Бурый ил	1.7-10.9	29.7-58.1	31.0-68.6	0.03-0.05	1.73-2.64	0.33-0.35	III, 8, 9
							IV, 10-12
Торфянистый ил	1.5	29.1	69.3	0.02	1.41	0.50	I, 1
							II, 6
							II, 3

П р и м е ч а н и е. Местоположение на водохранилище (римские цифры – район, арабские – участок) дается согласно схеме районирования Ю.М. Матарзина и И.К. Машкевича (1970). Нумерация районов и участков производится от верховьев водохранилища к плотине.

отложений другими, что выражается в их механическом составе.

Песчаные отложения сменяются илистыми песками и песчанистыми серыми илами. Для илистых песков сумма фракций более 0.1 мм составляет 35–58%, 0.1–0.01 мм – до 52%, менее 0.01 мм – до 15%. Средний диаметр частиц равняется 0.18–0.21 мм. Отложения среднесортированы, коэффициент сортировки изменяется от 2.08 до 2.31.

Механический состав песчанистых серых илов характеризуется большим присутствием частиц размером 0.1–0.01 мм (до 70%), частиц размером больше 0.1 мм содержится до 20%, менее 0.01 мм – 26%. Средний диаметр частиц составляет 0.05–0.07 мм. Отложения среднесортированы ($S_0=2.12-2.64$). Песчанистые бурые илы, отмеченные на Камском водохранилище, по механическому составу мало отличаются от песчанистых серых илов. Они также в основном представлены частицами размером 0.1–0.01 мм, содержание которых 66%. Средний диаметр частиц колеблется от 0.04 до 0.05 мм, отложения среднесортированы. Различия отмечаются в их генезисе: песчанистые бурые илы в отличие от песчанистых серых в основном автохтонного происхождения.

Серые и бурые илы широко распространены в пределах русловых и пойменных участков среднего и нижнего районов водохранилища. Здесь же отмечены и локальные участки с торфянистыми илами. Эти районы водохранилища включают в себя крупные краевые плесы: Косьвинский, Иньвинский, Обвинский, собственно озеровидное расширение, Сыльвенско-Чусовской плес. Сумма фракций более 0.1 мм для серых и бурых илов не превышает 11%, 0.1–0.01 мм – изменяется от 16 до 68%, менее 0.01 мм – от 16.7 до 83%. Средний диаметр частиц не превышает 0.05 мм. Отложения этих типов в основном среднесортированы, но коэффициенты сортировки меняются в значительных пределах (от 1.00 до 2.64), что указывает на зависимость сортировки от местных условий. Средний диаметр частиц торфянистого ила составляет 0.02 мм, наибольший процент у частиц размером менее 0.01 мм (до 70%).

В изменении механических характеристик по длине Камского водохранилища отмечается общая закономерность, указанная для других водохранилищ Волжского каскада, – увеличение дисперсности частиц от верховьев водохранилища к плотине (Бугорин и др., 1975).

Содержание песчанистых частиц в отложениях на Камском плесе уменьшается с 99.9–100% в верховьях до 1–26% у плотины. Соответственно этому содержание илистых частиц увеличивается от полного их отсутствия до 46–76%. Уменьшение среднего диаметра частиц происходит в том же направлении: в верховьях водохранилища в основном присутствуют частицы со средним диаметром 0.52–0.31 мм, близ плотины средний диаметр не превышает 0.05 мм. По классификации Н.М. Страхова и др. (1954), большую часть или-

стых отложений Камского водохранилища следует отнести к группе мелкоалевритовых илов (M_d менее 0.05 мм).

Все отложения рассматриваемого водоема в основном средне-сортированы, за исключением верхних участков с хорошо сортированными отложениями. Коэффициенты асимметрии различных типов отложений не превышают единицы, но в этих пределах отмечается довольно большое разнообразие в его изменении (см. таблицу).

Таким образом, проведенные исследования позволили установить характерные показатели механического состава для основных типов отложений и выявить общие закономерности его изменения.

Л и т е р а т у р а

Б у т о р и н Н.В., З и м и н о в а Н.А., К у р д и н В.П.
Донные отложения Верхневолжских водохранилищ. Л., 1975.

М а т а р з и н Ю.М., М а ц к е в и ч И.К. Вопросы морфометрии и районирования водохранилищ. — В кн.: Вопросы формирования водохранилищ и их влияния на природу и хозяйство. Пермь, 1970, с. 27–46.

С т р а х о в Н.М., Б р о д с к а я Н.Г., К н я з е в а Л.М.
и др. Образование осадков в современных водоемах. М., 1954.

Пермский университет

УДК 595.3–113.4:574.55

В.С. С а р в и р о

СПОСОБ РАСЧЕТА S -ОБРАЗНОЙ КРИВОЙ СОМАТИЧЕСКОГО РОСТА ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Теория биологической продуктивности требует строгой количественной характеристики роста животных. Для описания постэмбрионального роста водных беспозвоночных наиболее широко используется уравнение Бергаланфи, которое в дифференциальной форме можно записать так:

$$\frac{dw}{d\tau} = k (W^{1-m} w^m - w). \quad (1)$$

Согласно Л.М. Сушене (1973), использовавшему подход Г.Г. Винберга (1966), впервые продемонстрировавшего возможность расчета кривой роста по респирометрическим данным, величина k выражается следующим равенством:

$$k = \frac{K_{2M} \varphi \tau_0 A_t}{(1 - K_{2M}) c (W^{1-m} - \omega_0^{1-m})}. \quad (2)$$

Здесь ω_0, W и ω — соответственно начальный, дефинитивный и текущий вес организма, г; k — коэффициент, характеризующий скорость соматического роста; φ — оксикалорийный коэффициент, равный 4,86 кал/мл O_2^{-1} ; $\tau_0 = 24$ ч; c — калорийный эквивалент биомассы, кал/г $^{-1}$; m — показатель степени в формуле, связывающей скорость потребления кислорода и вес животных; A_t — обмен организма весом 1 г в мл O_2 г $^{-m}$ ч $^{-1}$ при определенной температуре t ; K_{2M} — максимальное значение коэффициента использования усвоенной пищи на рост.

Выражение (2) содержит 7 параметров, причем точное определение некоторых из них, например K_{2M} и A_t , встречает известные трудности (Виленкин, Виленикина, 1973).

На основании уравнения (1) мы попытались найти более простой и достаточно строгий путь расчета S-образной кривой соматического роста водных беспозвоночных.

Формула (1) легко преобразуется к виду

$$C_w = \frac{1}{w} \frac{dw}{d\tau} = k \left[\left(\frac{W}{w} \right)^{1-m} - 1 \right]. \quad (3)$$

Полагая, что в начальный момент времени $\omega = \omega_0, C_w = C_{w_0}$, из уравнения (3) получаем новое выражение для коэффициента k :

$$k = \frac{C_{w_0}}{\left(\frac{W}{\omega_0} \right)^{1-m} - 1}. \quad (4)$$

Формула (4) более проста, так как не содержит ряда параметров (A_t, K_{2M}, c, φ), входящих в уравнение (2). Здесь появляется новый показатель C_{w_0} , равный начальной удельной скорости соматического роста животных, как это следует из условия нахождения уравнения (4). Формула (3) отражает достаточно общую закономерность снижения удельной скорости весового роста с возрастанием размеров тела (Винберг, 1966) от начальной максимальной величины C_{w_0} до 0 при $\omega = W$. Предполагая, что удельная скорость роста подопытных животных подчиняется уравнению (3), при отсутствии прямых данных можно вычислить C_{w_0} как результат экстраполяции функции (3) к начальному весу ω_0 .

После подстановки (4) в (3) находим уравнение, позволяющее рассчитать начальную удельную скорость весового роста $C_{w_{0i}}$, соответствующую любому фактическому значению удельной скорости роста животных C_{wi} :

$$C_{\omega_{0i}} = C_{\omega_i} \frac{\left(\frac{W}{\omega_0}\right)^{1-m} - 1}{\left(\frac{W}{\bar{\omega}_i}\right)^{1-m} - 1}, \quad (5)$$

где

$$C_{\omega_i} = \frac{\lg\left(\frac{\omega_{2i}}{\omega_{1i}}\right)}{0.434 \Delta\tau_i}, \quad \bar{\omega}_i = \frac{1}{2}(\omega_{2i} + \omega_{1i}), \quad \Delta\tau_i = \tau_{2i} - \tau_{1i}. \quad (6)$$

Здесь $\bar{\omega}_i$ — средний вес животных на отрезке времени $\Delta\tau_i$ при соответствующем приращении веса от ω_{1i} до ω_{2i} , г. Расчет $C_{\omega_{0i}}$ равносильен прямому расчету показателя скорости роста k_i по формулам, полученным подстановкой в уравнение (3) выражений (5) и (6) соответственно:

$$k_i = \frac{C_{\omega_{0i}}}{\left(\frac{W}{\omega_0}\right)^{1-m} - 1} = \frac{C_{\omega_i}}{\left(\frac{W}{\bar{\omega}_i}\right)^{1-m} - 1} = \frac{2.303 \lg\left(\frac{\omega_{2i}}{\omega_{1i}}\right)}{(\tau_{2i} - \tau_{1i}) \left[\left(\frac{W}{\bar{\omega}_i}\right)^{1-m} - 1\right]}. \quad (7)$$

Таким образом, располагая набором из ϵ опытных данных по абсолютным приростам животных разного размера, мы получаем ряды величин $C_{\omega_{0i}}$ или k_i , которые позволяют найти соответствующие средние значения $\bar{C}_{\omega_0} = \frac{1}{\epsilon} \sum_1^{\epsilon} C_{\omega_{0i}}$ и $\bar{k} = \frac{1}{\epsilon} \sum_1^{\epsilon} k_i$, характерные для всей экспериментальной кривой роста. Наличие подобного ряда дает возможность провести соответствующую статистическую оценку параметров \bar{k} или \bar{C}_{ω_0} , величины которых следует вводить в расчетное уравнение роста:

$$\omega = \left[W^n - (W^n - \omega_0^n) e^{-n \bar{k} \tau} \right]^{\frac{1}{n}}, \quad (8)$$

где $n = 1 - m$. Рассмотрим несколько примеров.

Расчет уравнения роста для бокоплава *Orchestia bottae* (Сушения, 1968) проведен при $m = 0.74$ (стр. 59), $\omega_0 = 3.4 \cdot 10^{-4}$ г (табл. 3), $W = 0.114$ г сырого веса [вычислен по формуле (2) для максимального сухого веса рачков 37.0 мг]. Здесь и далее в скобках указаны таблицы, формулы, страницы текста цитируемых статей, откуда взяты значения соответствующих параметров или материалы для их вычисления. Значения $C_{\omega_{0i}}$ и k_i рассчитаны по формулам (5) и (7) на основании экспериментальных материалов по росту *O. bottae* при температуре 20° (Сушения, 1968, табл. 3). Для ряда, содержащего $\epsilon = 9$ значений $C_{\omega_{0i}}$, получено $\bar{k} = 0.0513 \text{ сут}^{-1}$ ($\bar{C}_{\omega_0} = 0.179 \text{ сут}^{-1}$) при среднеквадратичном отклонении $\sigma_k = 0.0103 \text{ сут}^{-1}$ ($\sigma_{C_{\omega_0}} = 0.036 \text{ сут}^{-1}$) и соответствующем коэффи-

коэффициенте вариации $CV=20.1\%$, одинаковом для обоих параметров. После подстановки перечисленных данных в формулу (8) находим уравнение роста орхестий при 20° : $\omega=(0.569-0.444e-0.0134\tau)3.85$. Это выражение практически полностью совпадает с уравнением, рассчитанным Л.М. Сушеной по методу Г.Г. Винберга (1966), которое хорошо описывает экспериментальные данные: $\omega=(0.578-0.450e-0.0143\tau)4.00$.

Из работы по росту *Artemia salina* при 25° (Хмелева, 1968) взяты исходные величины: $m=0.688$ (стр. 82), $\omega_0=2.2 \cdot 10^{-6}$ г (табл. 2) и $W=0.70 \cdot 10^{-3}$ г сухого веса (стр. 79). На основании данных по весовому росту ($E=10$), снятых с рис. 4 вышеупомянутой статьи, получено $k=0.214$ сут $^{-1}$, $b_k=0.0764$ сут $^{-1}$, $CV=35.7\%$ и $C_{\omega_0}=1.081$ сут $^{-1}$, при $b_{C_{\omega_0}}=0.385$ сут $^{-1}$. В итоге найдено уравнение роста артемий: $\omega=(0.104-0.087e-0.067\tau)3.21$, которое хорошо описывает фактические изменения сухого веса неполовозрелых рачков и совпадает с формулой, указанной в работе Н.Н. Хмелевой (1968): $\omega=(0.090-0.076e-0.063\tau)3.00$.

Для *Idotea baltica basteri* (Хмелева, 1973) расчет уравнения роста проведен при $m=0.79$ (уравнение 33), $\omega_0=1.1 \cdot 10^{-4}$ г (табл. 23) и $W=0.195$ г сырого веса самцов (табл. 24). Показатели скорости роста k_i и $C_{\omega_0 i}$ рассчитаны по данным табл. 23 цитируемой работы, где приводится средняя продолжительность межличиночного цикла при 20° для раков разного веса ($E=14$). Получено $k=0.0577$ сут $^{-1}$, $b_k=0.0211$ сут $^{-1}$, $CV=36.6\%$ и $C_{\omega_0}=0.219$ сут $^{-1}$ при $b_{C_{\omega_0}}=0.080$ сут $^{-1}$. Отсюда находим уравнение роста: $\omega=(0.709-0.561e-0.0121\tau)4.76$, хорошо совпадающее с формулой $\omega=(0.712-0.561e-0.0121\tau)4.79$, рассчитанной Н.Н. Хмелевой (1973) для молоди идотей. Последнее выражение, как было показано нами (Сарвио, 1975), удовлетворительно описывает рост молоди и взрослых самцов.

Как видим, наша методика расчета кривой роста, которую можно считать упрощенным вариантом метода, предложенного Г.Г. Винбергом (1966), также дает удовлетворительные результаты при аналитическом описании эмпирических данных. Предложенная методика требует минимального количества достаточно просто определяемых эколого-физиологических параметров (C_{ω_0} , W , ω_0 , m), необходимых для расчета уравнения Берталанфи (8). Это весьма существенное обстоятельство позволяет надеяться, что после дополнительной экспериментальной проверки метод может найти применение в продукционно-биологических исследованиях. В дальнейшем было бы интересно попытаться найти закономерную связь начальной удельной скорости роста C_{ω_0} с соотношением W/ω_0 аналогично тому, как это сделал В.Е. Заика (1972), что при наличии универсальной константы $m=0.75$ (Hemmingsen, 1960) существенно расширит возможности предлагаемого метода для экспресс-оценок ростовых потенций различных животных.

- В и н б е р г Г.Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных. – Усп. совр. биол., 1966, т. 61, № 2, с. 274–293.
- В и л е н к и н Б.Я., В и л е н к и н а М.Н. Рост беспозвоночных. – В кн.: Зоология позвоночных. Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР. М., 1973, т. 4, с. 9–67.
- З а и к а В.Е. Удельная продукция водных беспозвоночных. Киев, 1972.
- С а р в и р о В.С. Уравнение роста, учитывающее возрастное изменение калорийности. – В кн.: Количественные аспекты роста организмов. М., 1975, с. 235–240.
- С у щ е н я Л.М. Элементы энергетического баланса амфибионтного бокоплава *Orchestia bottae* M.-Edw. (Amphipoda-Talitroidea). – Биология моря, 1968, № 15, с. 52–70.
- С у щ е н я Л.М. Количественные закономерности питания в связи с обменом и ростом ракообразных. – Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1973, т. 18, с. 93–116.
- Х м е л е в а Н.Н. Затраты энергии на дыхание, рост и размножение у *Artemia salina* (L). – Биология моря, 1968, № 15, с. 71–98.
- Х м е л е в а Н.Н. Биология и энергетический баланс морских равноногих ракообразных. Киев, 1973.
- Н e m m i n g s e n A.M. Energy metabolism as related to body size and respiratory surfaces, and its evolution. – Reports Steno Memorial hospital and Nordisk Insulinlaboratorium, 1960, vol. 9, N 11, p. 6–109.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597-113.4:519.21

М.М. С м е т а н и н, Т.Л. С м е т а н и н а

О МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ СКЛЕРИТНЫХ РЯДОВ ЧЕШУИ РЫБ

Под склеритным рядом $\mathfrak{x}(n)$ понимается совокупность расстояний между последовательными склеритами, которые измеряются в определенном радиальном направлении чешуи (Гончаров, Сметанин, 1974). Анализ литературных и собственных данных показывает большое разнообразие $\mathfrak{x}(n)$ у рыб различных видов, популяций и возрастов. Прирост склеритов на чешуе происходит иногда весьма неравномерно (Чугунова, 1959; Правдин, 1966). Модель ста-

инонарного в широком смысле процесса, у которого среднее значение $\mathfrak{X}(n)$ постоянно, а автокорреляционная функция $R(n, n+\tau)$ не зависит от начала отсчета аргумента, может оказаться неприемлемой. Это налагает ограничения на эффективное использование наиболее разработанного к настоящему времени аппарата стационарных функций. Цель настоящего сообщения – изложение методики оценки степени нестационарности склеритных рядов.

Наиболее простой прием определения нестационарности заключается в визуальном анализе графика. Обращается внимание на изменение хода среднего значения, средней амплитуды и характера колебаний около среднего. Чем меньше эти изменения, тем выше степень стационарности. К сожалению, подобного рода оценки бывают очень неопределенны и не всегда удовлетворительны. Более точная констатация наличия или отсутствия нестационарности связана с вычислением средних и дисперсии отдельных его участков (Литвинов, 1975).

Для количественной оценки меры нестационарности можно воспользоваться так называемой информационной статистикой $L_3 = \frac{\tau_1}{\tau_2}$, где τ_1, τ_2 – интервалы корреляции соответственно первого и второго порядков (Сергеев, Янутш, 1973). Методами статистического моделирования Г.А. Сергеев и Д.А. Янутш установили, что с высокой степенью вероятности в качестве границ стационарности для показателя L_3 могут быть выбраны пределы $2 < L_3 < 3$. Чем сильнее значение L_3 выходит за пределы этого интервала, тем больше нестационарность. Для склеритного ряда чешуи густеры возраста 5+, выращенной в прудах экспериментальной базы „Сунога“, $L_3 = 2.86$, т.е., по критерию Г.А. Сергеева и Д.А. Янутша, $\mathfrak{X}(n)$ стационарен, и для его анализа может быть использован аппарат стационарных случайных функций. Часто L_3 бывает больше 4. Повышение его обычно наблюдается для старшевозрастных рыб со скачкообразным типом роста. Следовательно, эта методика позволяет с определенной точностью оценить степень нестационарности функции, однако при использовании ее не указывается тип нестационарности.

Существует несколько способов выделения типов нестационарности (Цвелков, 1973). Часто выделяют ряды, нестационарные относительно среднего, дисперсии, автокорреляционной функции (Лившиц и др., 1976). Оценка степени нестационарности относительно указанных параметров производится по методике, предложенной М.Е. Лившицем с соавторами (Лившиц и др., 1976). При этом $\mathfrak{X}(n)$ разбивается на несколько отрезков, длина которых в общем случае различна.

Если разность средних значений \bar{x}_1 и \bar{x}_2 двух любых выделенных отрезков $\mathfrak{X}(n)$ достоверна, то за меру степени их нестационарности принимается величина

$$\delta x = \left| \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\max(x_i)} \right|, \quad i = 1, 2.$$

Например, для половинок склеритного ряда чешуи плотвы возраста 5+, выращенной в прудах экспериментальной базы „Сунога“, $\bar{x}_1 = 2.69$, $\bar{x}_2 = 1.76$. Вычисление критерия Стьюдента ($t = 3.76$) и сравнение его с табличным значением ($t_{\tau} = 2.7$) для вероятности 0.95 показывает, что разность между этими средними достоверна, а $\delta x = 0.34$.

Аналогично делается оценка степени нестационарности относительно дисперсии. В случае достоверного различия ее для любых двух отрезков $x(n)$

$$\delta D = \left| \frac{D_1 - D_2}{\max(D_i)} \right|, \quad i = 1, 2.$$

Например, для двух участков склеритного ряда той же плотвы $D_1 = 1.18$, $n_1 = 30$, $D_2 = 0.79$, $n_2 = 43$. Критерий Фишера (F), с помощью которого оценивается достоверность различия между дисперсиями, равен $F = 1.50$. Сравнивая его с табличным значением ($F_{\tau} = 2.44$) для вероятности 0.95, видим, что разность дисперсии этих участков нельзя признать достоверной. Аналогичная картина наблюдается и у других участков этого ряда, т.е. нестационарность относительно дисперсии в данном случае несущественна.

За меру нестационарности $x(n)$ относительно корреляционной функции принимается значение

$$\delta r = \frac{1}{m} \sum_{\tau=0}^m L(m, \tau) \left[r_{x_1 x_1}(\tau) - r_{x_2 x_2}(\tau) \right]^2,$$

где $r_{x_1 x_1}(\tau)$, $r_{x_2 x_2}(\tau)$ – нормированные автокорреляционные функции на любых двух отрезках x_1 и x_2 , m – максимальный сдвиг, $L(m, \tau)$ – весовая функция, учитывающая разноточность оценок корреляционной функции при различных значениях сдвига τ .

Один из недостатков данной методики – необходимость разделения всего ряда на несколько условных отрезков. Указанные методы, обладающие определенными достоинствами и недостатками, можно рассматривать как дополняющие друг друга. В целом количественная оценка степени нестационарности связана с проведением довольно большого числа вычислений, которые лучше делать с помощью ЭВМ. Приведенные в данной статье формулы легли в основу программы, составленной для ЭВМ „Минск-22“. При использовании этой программы не только констатируется наличие или отсутствие стационарности функции, но и выявляется тип и степень нестационарности. В зависимости от выявленного типа нестационарности можно использовать соответствующую модель стационаризации.

Так, если ряд нестационарен относительно среднего значения, то используется аддитивная модель стационаризации $x(n) = \alpha(n) + y(n)$. При этом считается, что можно выделить детерминированную часть

$\alpha(n)$ и стационарный случайный процесс $y(n)$. Если он нестационарен относительно дисперсии, то используется мультипликативная модель $x(n) = b(n) \cdot y(n)$. Ряд, нестационарный одновременно относительно и среднего и дисперсии, стационарируется с помощью аддитивно-мультипликативной „смешанной” модели $x(n) = \alpha(n) + b(n) \cdot y(n)$, где $\alpha(n)$, $b(n)$ – некоторые функции, интерпретируемые соответственно как текущее математическое ожидание и текущее среднеквадратическое отклонение.

Если процесс имеет переменную частотную структуру, то стационаризация достигается при разбиении его на относительно стационарные отрезки.

Величина показателя нестационарности характеризует меру неоднородности изменений. Чем больше показатель нестационарности, тем более неоднороден ряд, тем скачкообразнее рост особи, тем сильнее идут качественные изменения в процессе ее развития.

Таким образом, оценка степени нестационарности дает возможность с определенной точностью разделить склеритные ряды чешуи на стационарные и нестационарные (для более корректного использования аппарата стационарных функций), проверять эффективность применяемых моделей стационаризации, позволяет количественно оценить меру неоднородности склеритных рядов чешуи.

Авторы выражают благодарность А.И. Гончарову и В.Л. Складенко за обсуждение некоторых вопросов, затронутых в статье.

Л и т е р а т у р а

- Гончаров А.И., Сметанин М.М. Способ объективного определения возраста и изучения роста рыб по чешуе. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод”, 1974, № 22, с. 63–67.
- Лившиц М.Е., Иванов-Муромский К.А., Заславский С.Я. и др. Численные методы анализа случайных процессов. М., 1976.
- Литвинов А.С. Об определении средних скоростей течения в нижних бьефах гидроэлектростанций. Информ. бюл. „Биол. внутр. вод”, 1975, № 25, с. 53–56.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966.
- Сергеев Г.А., Янутш Д.А. Статистические методы исследования природных объектов. Л., 1973.
- Цветков Э.И. Нестационарные случайные процессы и их анализ. М., 1973.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР.

ИНФОРМАЦИИ

XX Научная конференция, посвященная изучению и освоению водоемов Прибалтики, Белоруссии и Карелии (М.Н. Матисоне, Б.А. Скопинцев)	3
III Всесоюзный семинар по органической гидрогеохимии нефтегазоносных бассейнов (Е.А. Барс, Б.А. Скопинцев)	4
XXI Лимнологический конгресс (Н.В. Буторин, Н.А. Зимина)	5

СООБЩЕНИЯ

С.М. Ляхов, Е.Я. Андросова, А.В. Иватин, А.Ф. Тимохина, С.И. Третьякова. Гидробиологический режим Куйбышевского водохранилища в 1976 г.	7
В.Н. Столбунова. О зоопланктоне открытых плесов Угличского и Ивановского водохранилищ в 1977-1978 гг.	10
Е.С. Величко. О мейобентосе Новотроицкого водохранилища ...	16
С.А. Карпов. Особенности развития культуры <i>Codonosiga botrytis</i> (Ehr.) Stein (Choanoflagellida Kent, Protozoa)	19
З.М. Мильникова. К изучению перифитонных инфузорий прибрежья Рыбинского водохранилища	23
Г.В. Ипатьева, Е.В. Каширская, Е.И. Филинова. К фауне свободноживущих нематод мелководий Волгоградского водохранилища	27
Ю.В. Дорошенко. Анализ формирования некоторых типов поведения в раннем онтогенезе широкопалого рака <i>Astacus astacus</i> L.	30
И.В. Механикова. Размерно-весовые соотношения и плодовитость <i>Gmelinoides fasciatus</i> Stebb.	32
Н.А. Шполянская, В.П. Закутский. Особенности питания длиннопалого кубанского рака <i>Astacus</i> (P.) <i>leptodactylus cubanicus</i> B. et Win. (1934) в р. Дон	34
Н.М. Крючкова, В.Х. Рыбак. О питании <i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lill.) естественным планктоном озер	38
Б.А. Вайнштейн. Строение лапки педипальпы у водяных клещей рода <i>Sperchon</i> (Sperchontidae, Acariformes)	43
В.М. Володин. Плодовитость массовых видов рыб в Рыбинском водохранилище. 1. Плодовитость леща	45
Ю.Ю. Дмитренко. Энергетический баланс и пищевые потребности двухлеток муксуна из озер Карелии	50

	Стр.
Н.Ф. С и л к и н, Н.И. С и л к и н а. Биохимическая разнокачественность леща Рыбинского и Горьковского водохранилищ	53
В.Г. Д а в ы д о в. Особенности проникновения плероцеркоидов некоторых цестод в ткани их хозяев	57
В.Ф. Р о ш у п к о, А.С. Л и т в и н о в. Термическая характеристика Белого озера в безледный период	62
Л.А. К у з н е ц о в а, Ю.М. М а т а р з и н. Механический состав донных отложений Камского водохранилища	65
В.С. С а р в и р о. Способ расчета S-образной кривой соматического роста водных беспозвоночных	68
М.М. С м е т а н и н, Т.Л. С м е т а н и н а. О методах определения нестационарности склеритных рядов чешуи рыб	72

INFORMATIONS

XX Scientific Conference on study and exploitation of reservoirs of Prebaltic, Byelorussia and Karelia (M.N. Matisone, B.A. Skopintsev)	3
III All-Union seminar on organic hydrochemistry of oil-bearing basins. (E.A. Bars, B.A. Skopintsev)	4
XXI Limnological Congress (N.V. Butorin, N.A. Ziminova)	5

ARTICLES

S.M. L j a h o v, E.Ja. A n d r o s o v a, A.V. I v a t i n, A.F. T i m o h i n a, C.I. T r e t j a k o v a. Hydrobiological regime of the Kuibyshev reservoir in 1976	7
V.N. S t o l b u n o v a. On zooplankton of the open deep parts of the Uglitch and Ivankovo reservoirs in 1977-1978	10
E.S. V e l i t c h k o. On meiobenthos of the Novotroizk reservoir	16
S.A. K a r p o v. Development features of <i>Codonosiga botrytis</i> (Ekr.) Stein (Choanoflagellida Kent, Protozoa) culture	19
S.M. M y l n i k o v a. The study of periphyton ciliates of the inshore zone of the Rybinsk reservoir	23
G.V. I p a t j e v a, E.V. K a s h i r s k a j a, E.I. F i l i n o v a. On the fauna of free-living nematodes of the Volgograd reservoir shallows	27
Ju.V. D o r o s h e n k o. Analysis formation of some type of behavior in Crayfish <i>Astacus astacus</i> L. in early ontogenesis	30
I.V. M e h a n i k o v a. Dimension-weight correlation and fecundity of <i>Gmelinoides fasciatus</i> Stebb.	32
N.A. S h p o l j a n s k a j a, V.P. S a k u t s k i. Peculiarities of feeding of long-fingered Kuban Crayfish <i>Astacus</i> (P.) <i>leptodactylus cubanicus</i> B. et Win. (1934) in the river Don.	34
N.M. K r u t c h k o v a, V.H. R y b a c k. Feeding of <i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lill.) on natural plankton of lakes	38

	Page
B.A. V a i n s t e i n, Structure of leg in water mites of the genus Sperchon (Sperchontidae, Acariformes).	43
V.M. V o l o d i n, Fecundity of mass specieses of fish in the Rybinsk reservoir. 1. Fecundity of bream.	45
Ju.Ju. D m i t r i e n k o, Energy balance and food demands of the twoyearlings of muksun in the Karelian lakes.	50
N.F. S i l k i n, N.I. S i l k i n a, Biochemical heterogeneity of bream in the Rybinsk and Gorky reservoirs.	53
V.G. D a v y d o v, Peculiarities penetration of plerocercoids of some cestodes into the tissues of their hosts.	57
V.F. R o s h u p k o, A.S. L i t v i n o v, Thermal characteristics of Lake Beloe during ice-free period.	62
L.A. K u s n e t s o v a, Ju.M. M a t a r s i n, Mechanic of bottom sediments composition of the Kamsk reservoir.	65
V.S. S a r v i r o, A method of Calculation of the S-shape Curve of somatic growth of aquatic invertebrates.	68
M.M. S m e t a n i n, T.L. S m e t a n i n a, Methods of determination of unsteadiness of sclerite series of fish scales.	72

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 52

Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР

Редактор издательства Ю.И. Галкин
Технический редактор Е.В. Поликтова
Корректор Н.З. Петрова

ИБ № 20083

Подписано к печати 02.11.81. М-20223. Формат 60х90 1/16. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Печ. л. 5=5,00 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4.85. Тираж 1050. Изд. № 7988. Тип. зак. № **893**. Цена 75 к.

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