

06
ИБВВ.

ISSN 0320-9652
АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

49

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 49



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 UTILIZATION
OF BIOLOGICAL RESOURCES OF WATERBODIES

BIOLOGY OF INLAND WATERS

Information Bulletin

No 49

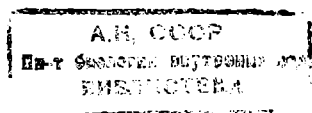
УДК 577.472(28)

Издание содержит информацию об исследованиях на водохранилищах и краткие оригинальные сообщения по различным разделам гидробиологии. Работы касаются исследований по микробиологии, фитопланктону, биологии и питанию простейших и рыб, воздействию пестицидов на животных и паразитов, фауны паразитов и воспроизводства рыб. Несколько статей посвящено методам анализа чешуи, химическому составу воды и интенсивности трансформации органических веществ в водоемах зимой. Сборник представляет интерес для гидробиологов разного профиля, преподавателей биологических ВУЗов и студентов, специализирующихся по гидробиологии.

Главный редактор А.В. МОНАКОВ

Ответственный редактор В.И. РОМАНЕНКО

351237



Б 21009-503 / 055(02)-81 588-81 2001050100 © Издательство „Наука“, 1981 г.

УДК 579.68 (285.2:729.1)

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ КУБЫ В 1978 Г.

С апреля по сентябрь 1978 г. на водохранилищах Кубы работала Советско-Кубинская экспедиция в составе 4 человек (М. Перес Ейрис, М. А. Пубиенес, В. И. Романенко, Э. Г. Добрынин) по изучению микробиологических процессов и влияния их на качество воды в тропических водоемах. Эта экспедиция продолжила и углубила исследования, начатые в 1973 г. Они проводились с использованием методов, разработанных в лаборатории микробиологии ИБВВ АН СССР, и комплекса анализов, включающего определение продукции фитопланктона, деструкции органического вещества на разных глубинах, численности бактерий, скорости их размножения и т. д.

Летом этого года были тщательным образом обследованы 7 водохранилищ Кубы: Саса, Сьерра дель Розарио, Маньяна де Санта Анна, Химагуаю, Пасо Мало, Ля Кока, Яйа. Кроме того, особое внимание было уделено исследованию образования и окисления метана, формированию бактериальной пленки на поверхности воды, изучению микрофлоры под электронным микроскопом, микрофлоры ризосферы эйхорнии и влияния ее на качество воды в водохранилищах. В процессе исследований была разработана серия новых методов: капельный метод определения потока низкомолекулярных органических соединений (исходя из макрометода Райта и Хобби), который был использован для определения интенсивности процессов в поверхностной пленке воды. В результате его применения было установлено, что интенсивность потока органических соединений в этой экологической нише происходит в десятки и сотни раз быстрее, чем в глубинных слоях воды. Изучая обрастания полупогруженных в воду предметных стекол, удалось определить толщину поверхностной бактериальной пленки по ее отпечатку на стекле и внести поправки на интенсивность происходящих в ней процессов. Были разработаны капельный метод определения интенсивности фотосинтеза водорослей в поверхностной пленке и контактный способ приготовления препаратов под электронный микроскоп.

Под электронным микроскопом заснято большое количество редких бактериальных форм, особенно много различных видов рода *Caulobacter*.

Установлено, что в водоемах, где, согласно формуле Кольтгофа, должно происходить выпадение карбоната кальция, в клетках неиз-

вестных пока микроорганизмов под электронным микроскопом наблюдается образование крупных кристаллов CaCO_3 . Интенсивное формирование кристаллов карбоната кальция наблюдалось в поверхностной пленке воды водохранилища Сьерра дель Розарио.

Особое внимание было уделено изучению численности бактерий и интенсивности процессов деструкции органического вещества на корнях плавающей эйхорнии. Даже на малейших корневых отростках развиваются бактерии, их количество резко возрастает по мере старения корней и достигает многих миллиардов в расчете на одно растение. По мере развития корней на них формируется своеобразный биоценоз, состоящий из бактерий, грибов, водорослей, простейших, хириноид, которые привлекают сюда в большом количестве мальков рыб. На некоторых водохранилищах плавают огромные поля эйхорнии. Расчеты показали, что биоценозы на корнях оказывают исключительно сильное воздействие на очистку воды. Это своего рода „плавающее дно“ в аэробной зоне. В водохранилищах с эйхорнией вода прозрачная и чистая. Установлено также, что в процессе фотосинтеза значительная часть карбонатов поступает в листья и стебли через корни. Уже через 1 ч в растениях, корневая система которых была опущена в воду с $\text{Na}^{14}\text{CO}_3$, радиоактивный изотоп углерода присутствовал во всех органах и не исчезал при воздействии кислоты.

В водоемах с сильным донным газоотделением потенциальная способность к окислению метана достигает громадных величин – до $4-9 \text{ мг } \text{O}_2/\text{д} \cdot \text{сутки}^{-1}$. В куртинах закрепившейся эйхорнии на ее корнях сильно развиваются метаноокисляющие бактерии и выделяющийся газ из ила окисляется в ризосфере растений.

Большое влияние на биологические процессы в тропических малых водоемах оказывают ливни. После сильного дождя в водоемы устремляются бурные потоки воды, которые несут с собой лесную подстилку, ветви, деревья. При высокой температуре вся эта органическая масса начинает интенсивно разлагаться. Ливневые дожди оказывают таким образом заметное воздействие на пополнение водоемов аллотонным органическим веществом, а также на всю экосистему. В некоторых озерах и водохранилищах после этого происходит бурное отделение газа со дна.

Участники экспедиции пришли к обоюдному мнению, что в тропической зоне метановое брожение можно сделать управляемым процессом и в избытке получать горючий газ–метан для топлива и химической промышленности. Попытки подобного рода уже предприняты в мировой практике.

В целом водохранилища тропической зоны резко отличаются по многим показателям и интенсивности бактериальных процессов от таковых умеренных широт. Изучение микрофлоры и ее деятельности в тропических водоемах представляет большой интерес для науки и может иметь важное значение для практики.

В.И. Романенко

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ПРОБЛЕМАМ ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ ЗА 1979 г.

4 февраля 1980 г. в Москве состоялось совместное расширенное заседание бюро Научного совета АН СССР по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биологических ресурсов водоемов и бюро Ихтиологической комиссии Минрыбхоза СССР. На заседании заслушаны и обсуждены итоги наиболее существенных результатов научно-исследовательских работ и научно-организационной деятельности Научного совета за 1979 г. (Н. В. Буторин), деятельности Ихтиологической комиссии (Л. С. Бердичевский), планы работ на 1980 г. и доклад „Об исследовании биологических ресурсов открытых районов Мирового океана“ (П. А. Моисеев).

В работе расширенного заседания приняли участие 90 специалистов – члены Научного совета, Ихтиологической комиссии, сотрудники координируемых учреждений.

В постановлении Бюро отмечено, что в соответствии с пятилетним планом научно-исследовательских работ по проблеме в 1979 г. выполнен значительный объем исследований, получены существенные научные результаты, имеющие большое практическое значение. По некоторым научным направлениям как в области изучения Мирового океана и окраинных морей СССР, так и при изучении внутренних водоемов получены новые данные о биологической продуктивности, процессах формирования качества воды, биологии и экологии водных организмов, новых объектах и районах промысла.

В процессе изучения биологических ресурсов Мирового океана дана оценка продукционных характеристик основных компонентов и всего сообщества для экосистем Перуанского апвеллинга при разных ситуациях их развития. Завершено монографическое обобщение современных представлений о трофической структуре морского донного населения прибрежной зоны окраинных и внутриконтинентальных морей. Выполнен трофологический анализ донного населения океанической абиссали и получена генеральная схема глобального распределения и структуры трофических областей ложа Мирового океана.

В результате обработки материалов по донной фауне Северного полярного бассейна, собранных на дрейфующих станциях, получена новая информация о глубоководном макробентосе Канадской котловины Арктического бассейна и выявлен характер вертикальной зональности арктических иглокожих на примере голотурий.

По результатам погружений на „Пайсис“ получена неизвестная ранее информация о донном населении и его своеобразии на открытых океанических горных поднятиях в Тихом океане.

При изучении структуры функционирования экосистем океана установлены основные закономерности процессов регенерации биогенов в грунтах сублиторали, составлен определитель планктонных личинок двустворчатых моллюсков-митилид и морских ежей Японского моря,

выявлены особенности распределения сообществ и количественные характеристики доминантных видов макробентоса Татарского пролива до глубины 30 м, проведена бонитировка донного населения на шельфе, прилегающем к территории Сихотэ-Алинского биосферного заповедника.

На основе многолетних данных выявлены особенности распределения и районы современного распространения массовых видов бarenцевоморских креветок, крабов, амфипод, изопод и кумашей. Составлены сводные обзоры по биологии, распределению и промыслу тунцов Мирового океана, рыб материкового склона и подводных вышешенностей. Получены данные по распределению, экологии и промыслу луциановых рыб Мирового океана. Выявлена возможность организации специализированного промысла светящихся анчоусов в батипелагиали южного края антарктической конвергенции в Атлантическом и Тихоокеанском секторах Антарктики. Определена величина допустимого вылова рыб и нерыбных объектов на 1980 г. по видам как в традиционных, так и во вновь выявленных районах.

Разработаны и переданы промышленности сводный прогноз возможного вылова промысловых объектов на 1980 г. и уточненный прогноз возможных объемов вылова их на перспективу до 1985 и 1990 гг.

В результате разработки новых средств морских подводных рыбохозяйственных исследований рекомендованы новые типы оснастки донных тралов, электрофицированного трала для тяжелых грунтов, тралов для лова путассу и криля. Проведена калибровка креветочного трала.

Существенные результаты получены в области пресноводной гидробиологии. Характерной особенностью работ 1979 г. в этой области является концентрация усилий учреждений на выполнении постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР „О мерах по дальнейшему развитию рыбоводства и увеличению вылова рыбы в пресноводных водоемах страны“¹ и „О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов“.² В свете этих постановлений выполнено монографическое обобщение данных по современному состоянию изучения водных экосистем, что имеет принципиальное значение для решения многих вопросов воспроизводства биологических ресурсов водоемов, охраны вод от загрязнения. Обобщены результаты экспериментальных и полевых исследований биологических основ продуктивности озер. Многолетнее изучение пресноводных немотод завершено в виде первой отечественной монографии, которая одновременно является и определителем группы.

Получены новые данные по механизму эндогенной и внутривселенной регуляции роста водорослей – возбудителей цветения воды. Определены возможности и перспективы применения некоторых инструментальных методов контроля качества воды и биологической продуктивности водоемов. Исследована токсичность неионогенных и

¹ „Правда“ от 5 сентября 1978 г.

² „Правда“ от 6 января 1979 г.

анионных ПАВ для массовых видов гидробионтов и некоторые закономерности биораспада этих веществ в пресных водах.

Составлено биологическое обоснование водоохранных мероприятий по защите каналов от поступления загрязняющих веществ извне и в результате внутриводоемных процессов. Разработаны рекомендации по биологической мелиорации, составлены прогноз зарастания канала Днепр-Донбасс и расчет норм зарыбления канала растительноядными рыбами с целью его биологической очистки.

При разработке научных основ повышения рыбопродуктивности и увеличении вылова рыбы на внутренних водоемах ряд исследований завершен конкретными мероприятиями и практическими рекомендациями. Так, исследования поведения ценных проходных рыб в районах гидроузлов на Волге и Дугаве обеспечили эффективную работу рыбопропускных комплексов по пропуску и отлову производителей балтийского лосося и сырты, оценку фактической численности скоплений осетровых и сельди в нижних бьефах Волжского водохранилища и Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС, обоснование мероприятий по защите рыбы от попадания в водозабор Конаковской ГРЭС.

Разработаны рекомендации по технологии выращивания посадочного материала в регулируемых озерных питомниках и биотехника выращивания товарного лосося в садках. Даны биологические обоснования и схема перспективного развития рыбоводно-акклиматизационных работ в Карелии, обосновывающие дополнительный вылов рыбы до 1200 ц.

Выбраны озерные питомники в зоне действующих и проектируемых рыбоводных хозяйств и в бассейнах крупных промысловых водоемов, ведется подготовка предпроектных рыбоводно-биологических материалов для выращивания 20 млн. сеголетков ценных видов рыб. Разработано биологическое обоснование и составлена схема размещения форелевых садковых участков на озерах с регулированием температурных условий за счет естественного изменения температуры в водоемном источнике.

Предложены: схема рыбохозяйственного использования Водлозера, позволяющая удвоить вылов рыбы в водоеме, биотехника выдерживания производителей шуйского лосося, мероприятия по естественному и искусственному разведению сиговых рыб в Онежском озере и рекомендации по увеличению вылова рыбы в Онежском и северной части Ладожского озера за счет мелиоративных работ и совершенствования организации промысла.

Определена перспектива развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Карелии до 2000 г., изданы методические руководства по выбору, подготовке и эксплуатации озерных приспускных питомников по выращиванию товарного лосося в садках.

Разработаны нормативы по созданию рыбоводных питомников растительноядных рыб с целью обеспечения биологической мелиорации водохранилищ. Начато строительство рыбоводных питомников на Днепродзержинском водохранилище и в низовьях Днепра общей площадью 1100 га, мощностью 185 млн. штук. На остальных водохранилищах ведутся

проектные работы. Продолжается перевод нерестово-выростных хозяйств на выращивание двухлеток растительноядных рыб с целью массового вселения их в водохранилища. Предусмотрено ежегодное зарыбление водохранилищ двухлетками растительноядных рыб в количестве 15,7 млн.штук, что увеличит вылов ценных видов рыб до 200 тыс. ц в год.

Продолжаются работы по созданию товарных рыбных хозяйств на мелководных зонах водохранилищ, утративших значение в естественном воспроизводстве рыб (более 100 тыс.га).

С целью улучшения естественного воспроизводства рыбных запасов осуществляется значительный объем рыбоводно-мелиоративных работ путем установки в водохранилищах искусственных нерестовых гнезд (в 1979 г. до 160 тыс.), посадка трав и кустарниковой растительности, спасение молоди промысловых рыб из остаточных водоемов, устройства мелиоративной сети.

Осуществляются меры по охране молоди ценных видов рыб, внесены дополнения в „Правила рыболовства“, запрещающие применение мелкоячейных сетей в жаркие летние месяцы, ограничены лимиты на вылов рыбы в первом полугодии до 20% от общегодового улова.

Установлены оптимальные сроки запрета вылова рыбы на всех водохранилищах Украины с целью охраны естественного воспроизводства.

Приведенные примеры показывают, что многие учреждения в 1979 г. добились существенных результатов в реализации постановлений директивных органов в области охраны и рационального использования природных ресурсов и успешно справились с планом научно-исследовательских работ.

Н. В. Буторин

УДК 579.68(26)

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

ОБНАРУЖЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ В БАКТЕРИАЛЬНЫХ КЛЕТКАХ

Биогенное осаждение карбонатов кальция в морях и океанах при участии фораменифер, моллюсков и кораллов имеет громадное значение в круговороте этих элементов в природе и в образовании осадочных пород. Роль микроорганизмов и особенно бактерий в этом процессе пока еще недостаточно ясна.

Равновесие этих элементов в природе описывается формулой Кольтгофа:

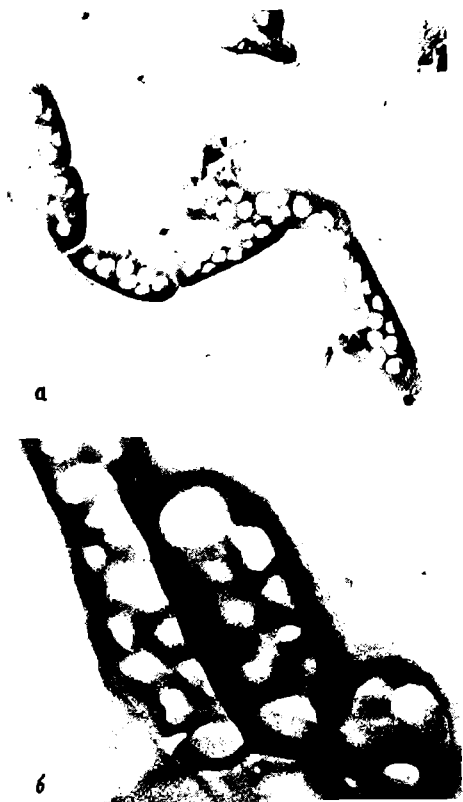
$$K = \frac{[Ca] \times [HCO_3] \times \alpha^3}{[CO_2]} = 1.13 \cdot 10^{-4},$$

где $[Ca]$ – концентрация ионов $Ca[HCO_3]$ – карбонатов, CO_2 – углекислоты (в молях), α – активность ионов, близкая к единице, K – константа равновесия. Если содержание указанных соединений в воде таково, что рассчитанная величина K будет меньше $1.13 \cdot 10^{-4}$, то карбонаты будут растворяться, больше – осаждаться. Из формулы видно, что планктонные микроорганизмы могут влиять на указанное равновесие. Например, потребление CO_2 в процессе фотосинтеза должно повлечь осаждение карбонатов, что и наблюдается в природе, особенно в зарослях высшей водной растительности, где на стеблях часто выпадает корка $CaCO_3$. Вероятно, что деятельность большинства бактерий, в процессе дыхания которых выделяется свободная углекислота, чаще всего должна приводить к обратному явлению. Но в ряде случаев при разложении бактериями белковых соединений и выделении аммиака вследствие подщелачивания среды также может произойти осаждение $CaCO_3$. В указанных случаях микроорганизмы оказывают скорее косвенное влияние на осаждение кальция. Существуют и другие биохимические реакции, при которых возможно выпадение карбонатов [1, 2].

Остается невыясненным, имеются ли микроорганизмы с физиологической потребностью осажждать $CaCO_3$.

При исследовании микрофлоры под электронным микроскопом³ в поверхностной пленке воды в водохранилищах Кубы были обнаружены

³ Выражаем благодарность сотрудникам института СЕНИТ в Гаване за предоставленную возможность работать на электронном микроскопе.



Снимки бактерий под электронным микроскопом из поверхностной пленки воды водохранилища Сьерра дель Розарио.

Клетки: а – наполнены округлыми кристаллами ($\times 4400$), б – с гранеными кристаллами ($\times 15\,000$). Микроскоп J .

бактериальные клетки, наполненные кристаллами (см. рисунок). Из 7 обследованных водохранилищ кристаллы в бактериях в массовом количестве наблюдались лишь в Сьерра дель Розарио и Пасо Мало, именно в тех, где в поверхностной пленке воды в тихую погоду шло интенсивное выпадение кристаллов карбоната кальция. Последнее установлено визуально и аналитическим путем.

На рисунке видны овальные образования, которые можно принять за воздушные пузырьки, но с ясно различимыми гранями кристаллов, соединяющиеся между собой перемычками. Во всех обследованных водохранилищах был произведен химический анализ воды на содержание Ca , HCO_3 и CO_2 . Расчеты показали, что именно в этих водохранилищах вычисленная по формуле Кольтгофа величина K

намного выше теоретической константы равновесия и должен выпадать CaCO_3 .

Ранее выпадение CaCO_3 наблюдали лишь в колониях бактерий при росте на МПА, на поверхности клеток, а в клетках лишь у серобактерий [2].

По нашему мнению, выпадение CaCO_3 внутри бактерий вероятнее всего происходит в период их отмирания, когда мембраны клеток становятся проницаемыми для катионов и анионов. Возможно, что в этот период происходит сдвиг pH внутри клетки в сторону, благоприятную осаждению CaCO_3 . Из представленных фотографий видно, что вряд ли клетки с таким содержанием кристаллов могут нормально функционировать.

Таким образом, хотя нами не были произведены прямые химические анализы на содержание карбоната кальция в бактериях, но имеются веские косвенные доказательства, что в обнаруженных бактериальных клетках произошло выпадение карбоната кальция. Об этом свидетельствует наличие бактериальных клеток с кристаллами (см. рисунок) и то, что данные бактерии обнаружены в массовом количестве лишь в водоемах, где шло осаждение CaCO_3 . В водохранилищах, где были встречены бактерии с кристаллами внутри клеток, равновесие по формуле Кольгофа сдвинуто в сторону выпадения CaCO_3 .

Л и т е р а т у р а

1. Г о р б е н к о Ю. А. Экология морских микроорганизмов перифитона. Киев, 1977. 252 с.
2. К у з н е ц о в С. И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. Л., 1970. 440 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР
Отдел экологии АН Кубы

УДК 574.583(282.2):581

А. Г. О х а п к и н

ФИТОПЛАНКТОН ОКИ В 1978 г.

Данных о фитопланктоне Оки мало [1,3-5]. Изучение ее растительного планктона было продолжено нами в устьевом участке перед впадением в Волгу. Пробы отбирались еженедельно в течение вегетационного периода и 2 раза в месяц зимой на двух станциях у правого и левого берегов. Отбор и обработка их осуществлялись общепринятыми методами [2].

Результаты показали, что флористическое разнообразие планктона Оки довольно велико (табл. 1). Максимальное количество видов отмечено среди зеленых за счет обилия протококковых и диатомовых водорослей. Наиболее часто встречаются виды и разновидности родов *Scenedesmus* (30 таксонов), *Ankistrodesmus* (11), *Tetrastrum* (6), *Crucigenia* (6), *Lagerheimia* (6) и *Melosira* (9). Насыщенность планктона видами описывается одновершинной кривой с максимумом в середине лета. Он определяется наибольшим видовым разнообразием зеленых водорослей и совпадает с периодом наибольшего прогрева воды (до 19–22° в августе). Весной и осенью флористический состав фитопланктона намного беднее. Наиболее резкие изменения в видовом составе происходили у зеленых водорослей.

Исследованный участок Оки за время наблюдений характеризовался незначительной прозрачностью (30–75 см) и довольно низкой температурой воды летом (в среднем 16–20°). Количество биогенных элементов было достаточно высоким (азот нитратов – до 1,4 мг/л, аммонийный азот – до 1,2, железо общее – до 1,3, кремний – до 3,6 мг/л) для развития водорослей. В устьевом участке Оки наблюдались 2 пика биомассы растительного планктона (весенний и летне-осенний), причем максимальные биомассы характерны для летнего сезона (табл. 2). Весенний пик отмечен в первой половине мая и определялся развитием диатомовых водорослей. Основную массу создавали виды рода *Stephanodiscus* – до 27,8 г/м³, спорадически встречались *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr. – до 0,6, *S. acus* Kütz. – 0,2, *Cyclotella meneghiniana* Kütz. – 0,2 и *Asterionella formosa* Hass. – 0,2 г/м³. Биомасса водорослей других систематических отделов была незначительна (табл. 2). В начале лета численность и биомасса фитопланктона снижались, оставаясь, однако, на довольно высоком уровне. Как и весной, преобладали диатомовые, но наряду с ними заметную роль стали играть протококковые водоросли (*Pediastrum duplex* Meyen – до 0,8 г/м³, *Micractinium quadrisetum* (Lemm.) J.S. Smith – до 0,3, *Coelastrum sphaericum* Naeg. – до 0,2 г/м³). Летний пик биомассы водорослей наблюдался в августе–сентябре (табл. 2) и достигал у правого берега 40,0, у левого – 70,6 г/м³. Определялся он массовым развитием в планктоне *Cyclotella meneghiniana* – до 54,6 г/м³. Ей сопутствовали виды рода *Stephanodiscus*, *Pediastrum duplex*, *Coelastrum sphaericum* и *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs.

Осенью со снижением температуры воды до 0,2–0,7° наблюдалось и уменьшение биомассы водорослей (табл. 2), господство вновь перешло к различным видам рода *Stephanodiscus*. У левого берега, где температура воды несколько выше, чем у правого, биомасса фитопланктона была в среднем на 23,5% больше. Соответственно и максимальные ее значения наблюдались раньше по времени у левого берега (табл. 2). Средние биомассы фитопланктона для безледного периода (апрель–ноябрь) в условиях многоводного 1978 г. составляли у правого берега 13,6, у левого – 17,3 г/м³.

Т а б л и ц а 1

Сезонные изменения таксономического разнообразия фитопланктона Оки

Отделы	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Общее число видов
Синезеленые	-	-	1	3	1	8	2	5	2	-	13
Золотистые	-	-	5	6	5	4	5	9	7	4	11
Диатомовые	14	28	19	24	23	29	23	23	34	15	49
Желтозеленые	-	1	2	2	1	5	3	1	2	-	7
Пирофитовые	1	4	4	3	5	3	3	4	4	2	6
Эвгленовые	-	2	3	4	6	6	4	5	4	1	10
Зеленые	6	26	28	56	57	98	72	59	43	21	122
Общее число видов	21	61	62	98	98	153	112	106	96	43	218

Т а б л и ц а 2

Средняя биомасса фитопланктона в устье Оки, г/м³

Отделы	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Диагоновые	0.06	2.98	17.68	11.73	10.25	22.11	31.85	4.53	1.18	0.09
	-	4.31	22.65	14.81	9.23	42.27	33.80	3.71	0.86	0.07
Зеленые	0.01	0.07	0.18	0.67	1.18	0.92	0.96	0.37	0.05	0.01
	-	0.06	0.26	0.84	0.82	1.57	0.87	0.28	0.06	0.01
Прочие	0.02	0.04	0.18	0.54	0.47	0.27	0.10	0.11	0.05	-
	-	0.07	0.25	0.35	0.33	0.54	0.11	0.06	0.05	-
Общий состав	0.09	3.10	18.04	12.94	11.90	23.30	32.91	5.01	1.28	0.10
	-	4.44	23.16	16.00	10.38	44.38	34.78	4.05	0.97	0.08

П р и м е ч а н и е. Числитель - правый берег, знаменатель - левый.

Исследованиями, проведенными в период незначительного антропогенного воздействия на экосистему реки [5], установлено, что основной фон растительного планктона создавали олигомезотрофные диатомеи (виды родов *Melosira*, *Fragilaria*, *Asterionella*) при сопутствии протококковых водорослей. При этом численность фитопланктона в 1926 г. в среднем за вегетационный период составляла 2,5 млн. кл./л, биомасса – 0,99 г/м³ [5]. В современных условиях интенсивного антропогенного влияния на приустьевой участок реки диатомово-протококковый характер фитопланктона сохранился, но произошли резкие изменения качественного состава доминирующих форм и интенсивности развития. В современных условиях в планктоне Оки преобладают виды – индикаторы высокой степени трофности и сапробности воды (*Stephanodiscus*, *Cyclotella meneghiniana*). Значительно увеличилась и общая продуктивность планктона, что говорит о прогрессирующем эвтрофировании этого участка реки. Максимальные биомассы к настоящему времени по сравнению с 1926–1927 гг. увеличились более чем в 20 раз. Возросла и степень сапробности воды. Если по данным Р. М. Павлиновой [5] приустьевой участок Оки был олиго- β -мезосапробным, то в современных условиях под влиянием антропогенных факторов он изменился до β - α -мезосапробного уровня.

Зарегулирование Волги у Чебоксар и заполнение Чебоксарского водохранилища будут способствовать более заметному, чем в настоящее время, развитию синезеленых водорослей и увеличению общей продуктивности фитопланктона, что может привести к ухудшению качества воды устьевое участка Оки и сопредельной ему акватории Волги.

Л и т е р а т у р а

1. Е с ы р е в а В. И. Фитопланктон р. Оки. – Тез. докл. Первой конф. по изуч. водоемов бас. Волги, Тольятти, 1968, с. 85–86.
2. К у з ь м и н Г. В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие. – В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975, с. 73–87.
3. К у з ь м и н Г. В., О х а п к и н А. Г. Фитопланктон р. Волги на трассе строительства Чебоксарского водохранилища и прогноз его альгологического режима. – В кн.: Антропогенные факторы в жизни водоемов. Л., 1975, с. 32–47.
4. М е к е е в а Н. П. Альгофлора р. Оки. – Тр. ЗИН АН СССР, 1964, т. 32, с. 92–105.
5. П а в л и н о в а Р. М. Биологическое обследование р. Волги в районе от г. Городца до Собчинского затона в 1926 и 1927 гг. – Тр. Ин-та сооружений Центрального комитета водохр., 1930, вып. 7, ч. 2, с. 3–165.

Горьковский университет

В. Н. Максимов, Ю. В. Панасенков

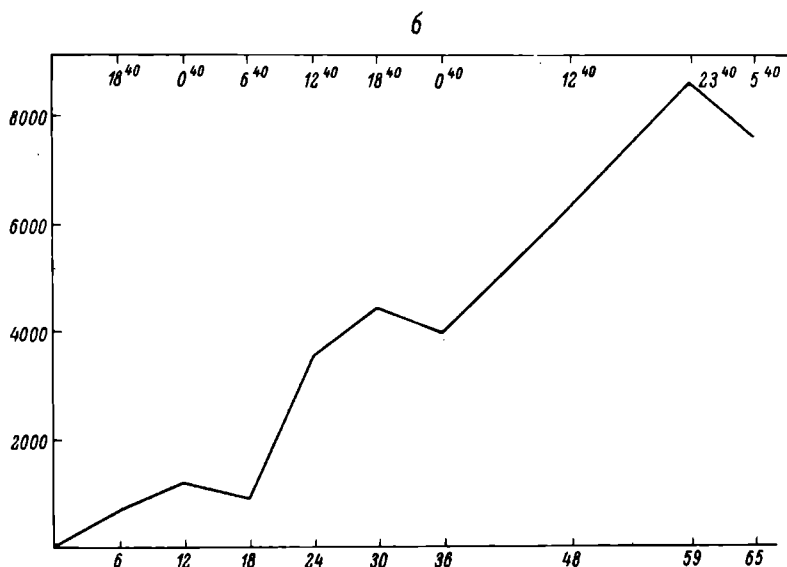
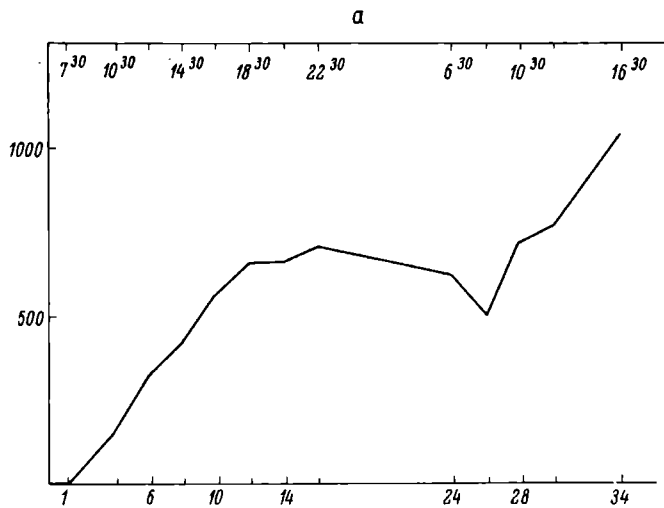
СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ $^{14}\text{CO}_2$
ЕСТЕСТВЕННОЙ ПОПУЛЯЦИЕЙ ФИТОПЛАНКТОНА
ПЕЛАГИАЛИ БАЙКАЛА

В настоящее время при определении величин продукции фитопланктона чаще всего применяются 24-часовые экспозиции проб. Анализ суточной динамики фотосинтеза позволяет уточнить, какое количество органического вещества образуется за тот или иной период экспозиции, каковы потери вновь синтезированного фитопланктоном органического вещества в ночное время [2, 3] и т.д. Динамика продукции фитопланктона в мезотрофных водоемах изучена достаточно хорошо, исследований же в олиготрофных озерах и водохранилищах, в том числе в Байкале, не проводилось.

Нами был проведен ряд опытов на Байкальской биостанции Иркутского университета. Пробы воды взяты с поверхности в районе поселка Большие Коты 18 X 1977 и 24 VIII 1978 в ночное время. Для отделения зоопланктона вода в асептических условиях была профильтрована через газ № 76. В предрассветное время в склянки из белого стекла с пробками объемом 100 мл было добавлено по 1 мл раствора $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$ ($R = 2.29 \cdot 10^6$ имп/мин для опыта 19 X 1977 и $R = 1.75 \cdot 10^6$ имп/мин для опыта 24-28 VIII 1978). Пробы экспонировались *in situ* 0,5, 1, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 24, 26, 28, 30, 34, 36, 48, 59 и 65 ч. Фиксация их производилась раствором Люголя, затем они профильтровывались через мембранные фильтры с диаметром пор 0,9 мкм. После соответствующей обработки [4] радиоактивность фильтров учитывалась на счетной установке УМФ-1500М. На рассвете потребления меченой углекислоты не происходило (см. рисунок). При очень низкой освещенности усвоение CO_2 фитопланктоном соответствует гетеротрофной фиксации углекислоты [5]. С 7 до 18 ч 30 мин радиоактивность проб возрастает до тех пор, пока солнечная радиация имеет значимую величину для фотосинтетических реакций. По величине радиоактивности мы рассчитали [4] первичную продукцию органического вещества (см. таблицу).

После достижения максимальной величины в 18 ч 30 мин радиоактивность организмов в дальнейшем изменялась мало, с 22 ч 30 мин до 8 ч 30 мин она уменьшается, что вызвано тратой свежесинтезированного органического вещества на дыхание [3, 4]. Свет луны почти не влияет на фиксацию углекислоты при фотосинтетических процессах [1]. Из графика радиоактивности водорослей видно, что потери свежесинтезированного вещества за ночь составили приблизительно 28% (см. рисунок, а).

25 VIII 1978 был поставлен опыт с более длительной экспозицией — 65 ч. Характер потребления $^{14}\text{CO}_2$ в этом опыте (см. рисунок, б) сходен с предыдущим. С восходом солнца радиоактивность



Потребление $^{14}\text{CO}_2$ фитопланктоном в опыте.

а - 19 X 1977, б - 24 VIII 1978. По оси ординат - радиоактивность водорослей на фильтре, имп/мин; по оси абсцисс: сверху - время суток, снизу - продолжительность опыта, ч.

проб нарастает, хотя может несколько снижаться после полудня. Фиксация меченого карбоната фитопланктоном в солнечный ясный день 27 VIII происходила с большей интенсивностью, чем в пасмурный 25 VIII. С наступлением темноты также снижалась радиоактив-

Суточная продукция фитопланктона в процессе фотосинтеза,
мкг С/л

Время опыта, ч	Время суток, ч	Величина продукции, мкг С/л	Время опыта, ч	Время суток, ч	Величина продукции, мкг С/л
0,5	7.00	0,20	14	20.30	32,52
1	7.30	0,24	16	22.30	34,08
4	10.30	7,66	24	6.30	24,87
6	12.30	15,39	26	8.30	23,75
8	14.30	20,58	28	10.30	34,71
10	16.30	27,62	30	12.30	36,96
12	18.30	32,26	34	16.30	50,16

ность, что вызвано потерями органического вещества клетками водорослей, которые составили 26 VIII 14%, 27 VIII 22%.

Таким образом, максимальная продукция естественной популяции осеннего фитопланктона Байкала наблюдается через 12–16 ч экспозиции и зависит от длины дня. С наступлением темноты до восхода солнца происходят потери свеже синтезированного органического вещества планктонных водорослей, которые колеблются от 10 до 30%.

Л и т е р а т у р а

1. И в л е в В.С., М у х а р е в с к а я М.И. Влияние лунного света на фотосинтез пресноводных водорослей. – ДАН СССР, 1940, т.27, № 1, с. 72–74.
2. Р о м а н е н к о В.И. Скорость потери органического вещества клетками планктонных водорослей. – Информ. бюл. „Биол.внутр. вод“, 1971, № 9, с.10–13.
3. Р о м а н е н к о В.И., К у д р я в ц е в В.М. Суточная динамика продукции органического вещества фитопланктоном в Рыбинском водохранилище. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1970, № 7, с.10–13.
4. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных вод. Л., 1974. 194 с.
5. Т а р ч е в с к и й И.А. Основы фотосинтеза. М., 1977. 256 с.

НИИ биологии при Иркутском университете

И.С. Т р и ф о н о в а

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА И ФЕОПИГМЕНТОВ
В ФИТОПЛАНКТОНЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА в 1975–1976 гг.

Первые данные о содержании хлорофилла в планктоне Ладоги были получены в летних съемках 1973 и 1974 гг. [1]. Материал соби-
рался в августе и характеризовал только позднелетний фитопланктон
преимущественно открытой части озера. Концентрации хлорофилла в
фитопланктоне Ладожского озера оказались характерными для типич-
но олиготрофных водоемов.

В 1975 г. материал собирался в июне, июле и сентябре по всей
акватории озера на 9–13 станциях⁴, а в июле 1976 г. на 34 станци-
ях преимущественно в южной, восточной и северо-восточной частях
озера. Помимо центральной части довольно подробно охвачены при-
брежная зона, Волховская и Свирская губы, а также район Сорта-
вальских шхер (рис. 1, 2).

Пробы отбирались интегрально из слоя 0–5 м, фильтровались че-
рез мембранный фильтр № 6 с последующей обработкой по стандарт-
ной спектрофотометрической методике в смешанном ацетоновом эк-
стракте. Концентрацию хлорофилла рассчитывали по формулам стан-
дартного метода [3], а феопигментов – по методу Лоренцена [2].
В 1976 г. параллельно отбирали пробы для определения состава и
биомассы фитопланктона.

Общая биомасса фитопланктона в июле 1976 г. на разных станци-
ях изменялась от 0,08 до 5,3 г/м³. По биомассе преобладали диато-
мовые и синезеленые водоросли. Доминировали *Melosira islandica*
subsp. helvetica O. Müll. и *Asterionella formosa* Hass. Синезеленые
водоросли *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs и *Gomphosphaeria lacustris*
Chod., а также желтозеленые *Tribonema affine* West. встречались повсе-
местно, но преобладали в Волховской губе и в районе Сортавальских шхер. Здесь же
наблюдалось заметное развитие протококковых водорослей, преиму-
щественно *Pediastrum duplex* Meyen и *Scenedesmus*.

Содержание хлорофилла α на разных станциях изменялось в
следующих пределах: в 1975 г. в июне 0,58–5,1, в июле 1–9, в сен-
тябре 0,7–7 мг/м³. Средние данные по озеру за эти месяцы были
соответственно $2,6 \pm 0,4$, $3,6 \pm 0,9$ и $1,7 \pm 0,3$ мг/м³. В июле 1976 г. кон-
центрация хлорофилла на разных станциях колебалась от 0,9 до 10,9
мг/м³, в среднем по озеру – $3,2 \pm 0,36$ мг/м³. Средние величины для
июля, полученные за оба года, довольно близки. Они несколько вы-
ше средних значений за июнь и сентябрь, но значительно ниже, чем
в августе по данным за предыдущие годы – 4,6 мг/м³ [1].

⁴ В 1975 г. материал собран Н.А. Петровой, С.Л. Басовой,
А.В. Кулишевым.

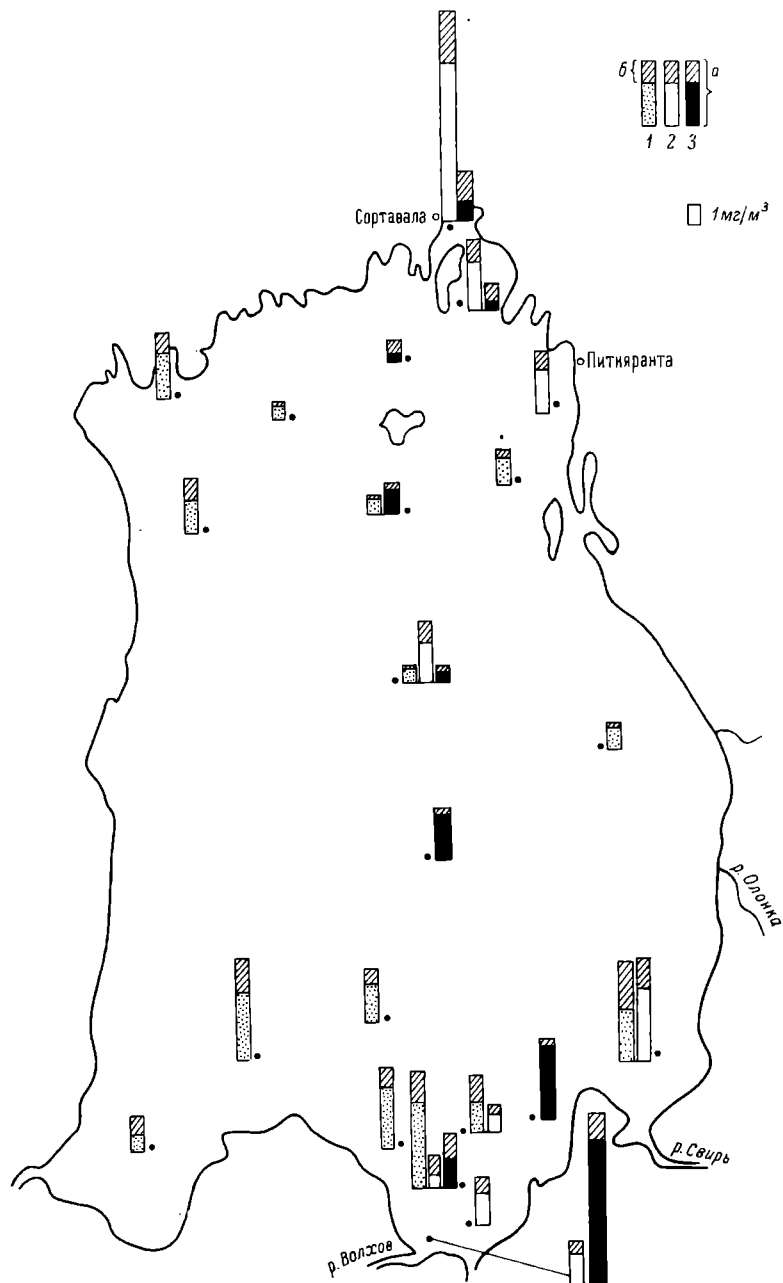


Рис. 1. Содержание хлорофилла a и феопигментов на разных станциях Ладожского озера в 1975 г.

a - хлорофилл a , $б$ - содержание феопигментов в общем хлорофилле a . 1 - июнь, 2 - июль, 3 - сентябрь.

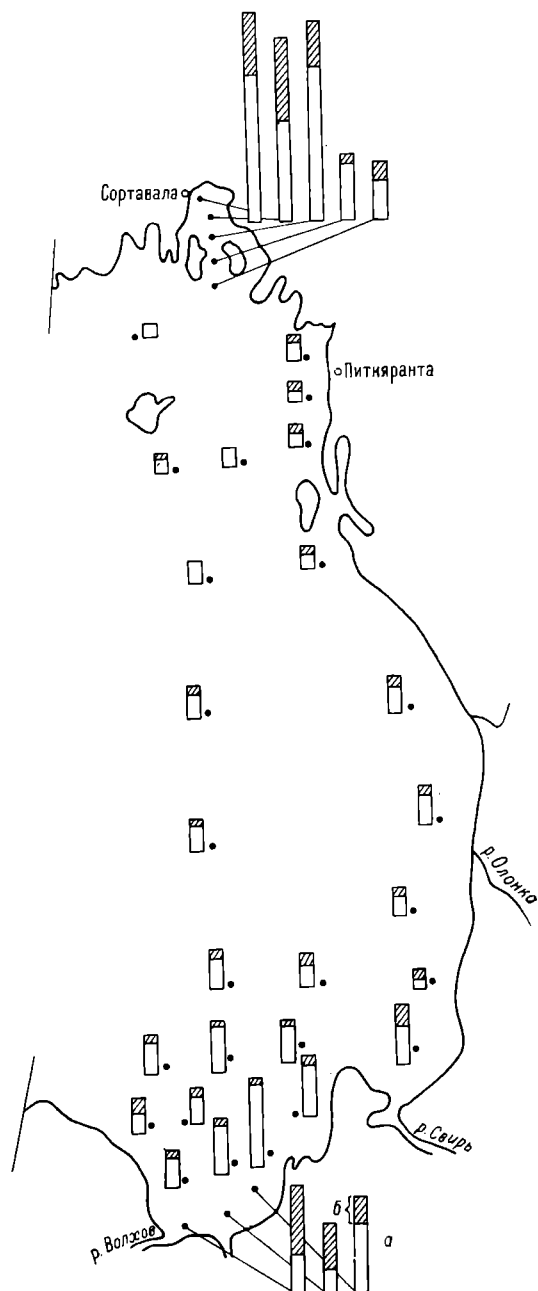


Рис. 2. Содержание хлорофилла *a* и феопигментов на разных станциях Ладожского озера в июле 1976 г.

Обозначения те же, что на рис. 1.

Распределение хлорофилла α по акватории озера было приблизительно одинаковым. Наибольшие концентрации отмечались на станциях Волховской и Свирской губ и во внутренней части Сортавальских шхер. Причем всюду наблюдалось последовательное снижение концентрации хлорофилла по направлению к центру озера. Содержание хлорофилла в прибрежных районах открытого озера мало отличалось от глубоководных центральных районов.

Содержание феопигментов в фитопланктоне Ладоги на разных станциях в июне, июле и сентябре 1975 г. изменялось соответственно в следующих пределах: 0.03–2.3, 0.08–1.55 и 0.12–1.56 мг/м³. В июле 1976 г. оно колебалось от 0 до 3.63 мг/м³.

Относительное содержание феопигментов в общем хлорофилле α , по нашим наблюдениям, колебалось от 0 до 96%, в среднем по озеру – 27.8±5.9% в июне, 28.7±8% в июле, 40.5±8.1% в сентябре 1975 г. и 20.4±3% в июле 1976 г. Эти величины близки к полученным ранее [1]. Содержание феопигментов в фитопланктоне, по-видимому, увеличивалось к концу вегетационного периода. Для распределения феопигментов по акватории озера характерно увеличение их содержания на прибрежных станциях и особенно в Сортавальских шхерах, Волховской и Свирской губах.

По данным за 3 месяца 1975 г., июль 1976 и август 1973 и 1974 гг. [1] средняя ориентировочная величина концентрации хлорофилла α за период открытой воды по озеру составляет приблизительно 3.1 мг/м³ и характеризует его как слабomezотрофный водоем. В то же время очевидна неоднородность трофического статуса различных участков озера. В то время как центральная и особенно северная часть открытой Ладоги по-прежнему могут считаться олиготрофными, Волховская губа и Сортавальские шхеры по содержанию хлорофилла приближаются к водоемам евтрофного типа.

Л и т е р а т у р а

1. П ы р и н а И.Л., Т р и ф о н о в а И.С. Некоторые данные о продуктивности фитопланктона Ладожского озера. – Гидробиол. ж., 1979, т.15, № 3, с.25–33.
2. L o r e n z e n C.J. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. – Limnol. Oceanogr., 1967, vol. 12, n.2, p.343–346.
3. S C O R – U N E S C O working group N 17. Determination of photosynthetic pigments. – In: Monographs on oceanographic methodology. 1. Paris, 1966, p.9–18.

С.И. Генкал, В.А. Елизарова

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ СТРУКТУРЫ ПАНЦИРЯ ДИАТОМОВОЙ ВОДОРΟΣЛИ ИЗ СЕМ. THALASSIOSIRACEAE В КУЛЬТУРЕ

В коллекции лаборатории водных растений ИБВВ АН СССР находится диатомея, первоначально определенная как *Stephanodiscus hantzschii* Grun., но отличавшаяся необычной высотой панциря и расположением хроматофоров. Для уточнения систематического положения она была исследована под электронным микроскопом.

Оказалось, что структура поверхности створки соответствует роду *Stephanodiscus*: ареолярные штрихи, розетка ареол в центре, один шелевидный и кольцо подпертых выростов на загибе створки (см. рисунок, а). Однако нежная структура и общий абрис створки характерны для *S. tenuis* var. *tener* Genkal et Kuzmin, тогда как *S. hantzschii* грубо структуричен. Между тем отнести изучаемую водоросль к *S. tenuis* var. *tener* нельзя из-за количества штрихов в 10 мкм: 20 (при размере клеток 4-5 мкм) против 8-12 (при размере клеток 7-14 мкм).

Большая высота загиба створки, его структура (см. рисунок, б-г, е) и множество (до 20) вставочных ободков (см. рисунок, д) при-сущи диатомеи *Skeletonema subsalsum* (A.Cl.) Bethge [4]. Способ соединения клеток в цепочки также характерен для представителей рода *Skeletonema* Grev.

Поэтому идентифицировать изученную водоросль с какими-либо известными представителями центрических диатомей не представляется возможным. С другой стороны у нас нет оснований выделить ее в новый вид, поскольку известны значительные морфологические изменения структуры панциря диатомей, которые могут быть связаны с длительным культивированием или особенностями условий среды обитания [1-4].

Л и т е р а т у р а

1. Макарова И.В. Морфологическая изменчивость панциря некоторых видов рода *Thalassiosira* Cl. и ее таксономическое значение. - Бот. ж., 1976, т.161, № 11, с.1589-1954.
2. Belcher J.H., Swale E.M., Heron J. Ecological and morphological observations on a population of *Cyclotella pseudostelligera* Hustedt. - J. Ecol., 1966, vol.54, N 2, p.335-340.
3. Geibler U. Zur variabilität der Schalenmerkmale bei einigen Diatomeenarten. - Ber. Dtsch. bot.



а

1 мкм



б

1 мкм



в

10 мкм



г

1 мкм



д

10 мкм



е

10 мкм

Электронные микрофотографии водоросли.

а - створки, б, г - загиб створки, в - группа распавшихся створок, д - вставочные ободки, е - цепочка клеток.

Ges., 1967, Bd 80, N 11, p.756.

4. Hasle G.R., Evensen D.L. Brackish-water and fresh-water species of the diatom genus *Skeletonema* Grev. I. *Skeletonema subsalsum* (A. Cleve) Bethge. - *Phycologia*, 1975, vol.14, N 4, p.283-297.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 593.161

Н.И. Щ и р к и н а

К БИОЛОГИИ БЕСЦВЕТНОГО ЖГУТИКОНОСЦА
THAUMATOMONAS LAUTERBORNI
DE SAEDELEER, 1931
(ZOOMASTIGOFOREA CALKINS; PROTOZOA)

Бесцветный жгутиконосец *T. lauterborni* - один из наиболее обычных представителей зоофлагеллят, обитающих в пресных водоемах, в частности в бассейне Волги. В настоящее время его относят к бодоподобным зоофлагеллятам, хотя известно, что близкого родства между ними нет [1]. Поэтому изучение этого вида необходимо для целей систематики. Он также представляет собой интерес в связи со способностью образовывать многоядерные плазмодии [4], что является редкостью среди свободноживущих простейших и характерно для паразитических форм [2]. Настоящая работа посвящена изучению биологии и морфологии его жгутиковых форм и плазмодиев.

Культивирование *T. lauterborni* велось на среде Пратта при комнатной температуре 18-20°. Исследования проводили как визуально, так и на постоянных препаратах, окрашенных железным гематоксилином. Для выявления морфологии ядер использовалась реакция Фельгена. Гликоген определяли PAS-реакцией, РНК - по Курнику [3], липиды окрашивались суданом-3.

Как правило, жгутиконосцы имеют овальную форму с длиной тела 6-15 и шириной 5-6 мкм. На переднем конце имеются 2 жгута: один короткий, второй в 2 раза длиннее тела (рис.1, а). Около них расположено небольшое воронкообразное углубление, куда открываются две сократительные вакуоли. В непосредственной близости от вакуолей находится ядро с крупным ядрышком. На отдельных препаратах отчетливо видно, что основания жгутов располагаются близко к ядру. Размножение жгутиконосцев происходит путем продольного деления надвое (рис.1, б). Картину митоза нам, как и другим авторам, наблюдать не удалось. ДНК равномерно распределена по всему ядру. Ядрышки имеют значительное количество РНК. Встречаются особи, имеющие два одинаковых ядра или второе меньше по размеру и более интенсивно окрашивающееся реактивами на ДНК (рис.1, в). РНК

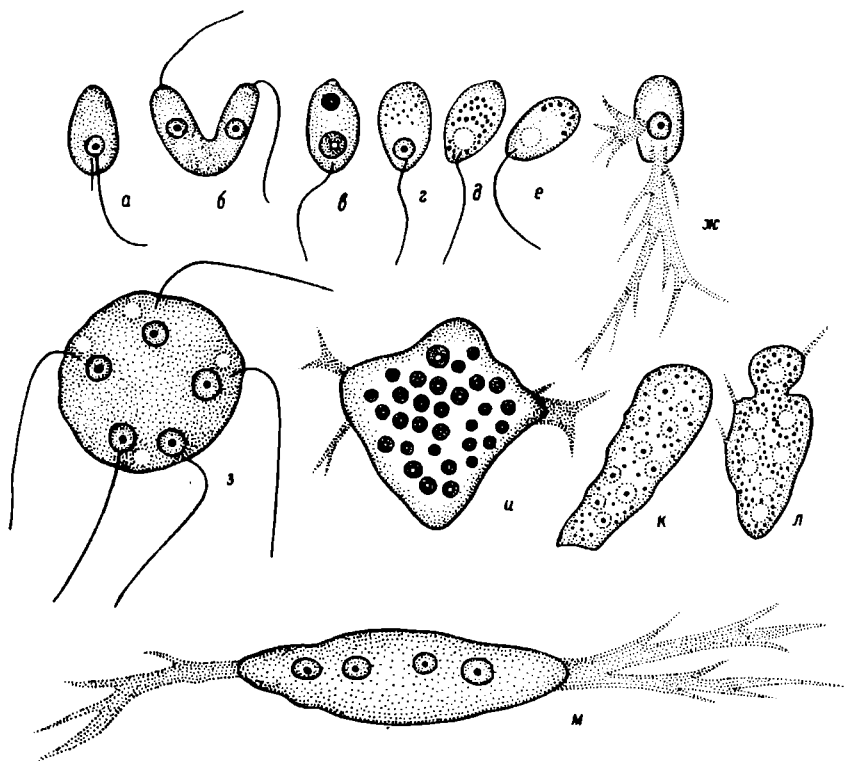


Рис.1. Морфология и гистохимия *Thaumatomonas lauterborni* (а-ж) и их плазмодиев (з-м).

а - общий вид *T. lauterborni*, б - продольное деление, в - ДНК в ядрах, г - распределение РНК, д - распределение гликогена, е - локализация липидов, ж - особь с псевдоподиями, з - общий вид плазмодия, и - ДНК в ядрах, к - РНК в ядрах, л - гликоген, м - образование псевдоподий.

в цитоплазме на фоне общей слабой гомогенной окраски четко выявляется в многочисленных мелких гранулах, приуроченных в основном к задней половине тела (рис.1, г). Глыбки гликогена в основном сосредоточены в околоядерном пространстве (рис.1, д), а липидные включения по периферии цитоплазмы (рис.1, е).

T. lauterborni питается бактериями, образуя при этом псевдоподии (рис.1, ж). Первоначально формируется одна широкая псевдоподия, которая затем образует многочисленные тонкие ответвления, сходные с филлоподиями. Иногда в культуре формируются небольшие округлые цисты.

Плазмодии имеют вид амебоидов разнообразной формы и содержат от 3 до 100 и более ядер размером 0,8-2,6 мкм. Наиболее час-

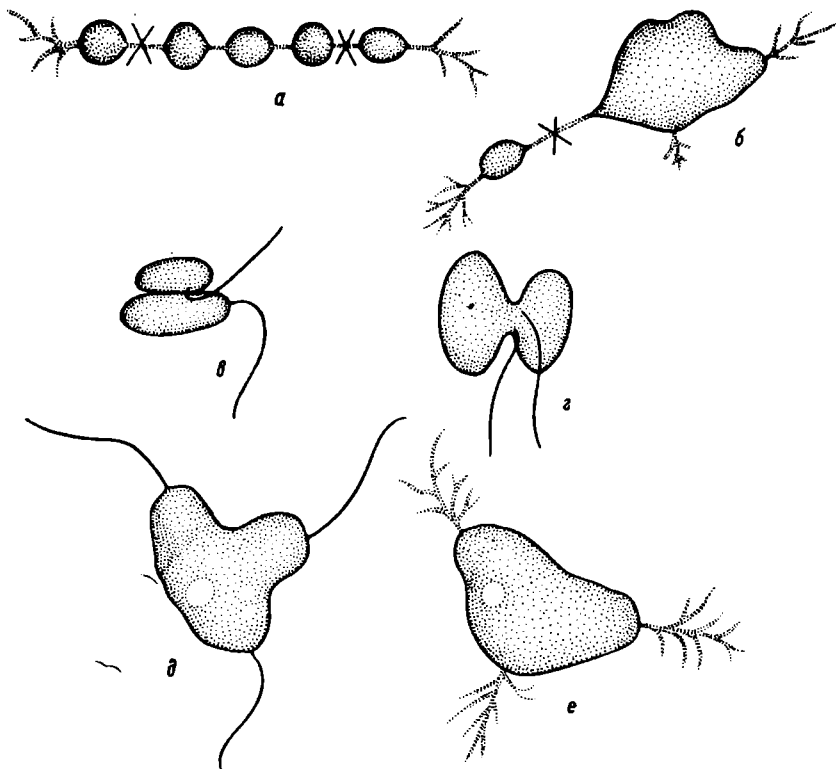


Рис.2. Способы распада (а, б) и формирования (в-е) плазмодиев.

а - отделение жгутиконосцев от цепочки, б - отделение особей от участка тела плазмодиев, в - начальный этап слияния двух жгутиконосцев, г - растворение клеточных стенок, д - плазмодий с тремя жгутами, е - плазмодий с псевдоподиями; крестики - места отделения особей.

то встречаются плазмодии с 3-7 ядрами (рис.1, з). ДНК в ядрах распределена равномерно, однако интенсивность окраски бывает разная. У многоядерных плазмодиев встречаются ядра с очень высокой концентрацией ДНК (рис.1, и). Значительное количество РНК содержится в ядрышках, а также в многочисленных глыбках, равномерно распределенных по цитоплазме (рис.1, к). Отмечено большое количество гликогена, который приурочен к околоядерным участкам (рис.1, л). Липиды в незначительном количестве распределены по всей цитоплазме.

В культуре плазмодии начинают появляться на 6-8-й день после посева. Вначале, как правило, встречаются небольшие (до 30 мкм) трехлопастные формы с тремя длинными жгутами. Они способны к

активному движению. Нередко можно наблюдать, как плазмодии прекращают движение, у них исчезают жгуты, а на их месте появляются широкие псевдоподии, дающие множество мелких ответвлений (рис. 1, м), что связано с активным захватом пищевых частиц. Подобные формы существуют несколько минут. Затем псевдоподии исчезают, вновь появляются жгуты и плазмодии продолжают плавание.

На 8–9–й день в культуре появляются более крупные плазмодии диаметром до 70 мкм, имеющие овально-вытянутую или округлую, либо аморфноразветвленную форму. Численность плазмодиев в культуре варьирует. Обычно их немного, один или два в поле зрения микроскопа при увеличении $\times 70$. Однако при несколько избыточном питании культуры и развитии жгутиконосцев до 95 000 экз. в 1 мл численность плазмодиев доходит до 100 экз. в 1 мл. При использовании питательных сред со спиртом, пептоном, молоком образование плазмодиев отмечено во всех случаях, но наибольшее их количество появляется после добавления молока. В голодающих культурах плазмодии образуются крайне редко.

По нашим наблюдениям фрагментация плазмодиев на отдельные особи начинается на 9–й день после пересева культуры. Этот процесс сопровождается прекращением движения, исчезновением жгутов и формированием с двух противоположных сторон псевдоподий. При этом плазмодий вытягиваются в цепочку, с обеих концов которой поочередно отделяются особи путем обрыва тонкой цитоплазматической перетяжки (рис. 2, а). У отделившихся особей образуются жгуты. Этим способом один плазмодий размером 60 мкм за 30 мин распадается на 20 и более особей. Зачастую особи, сохраняющие связь с плазмодием лишь узкой перетяжкой, могут вновь сливаться с ним. Распад плазмодиев может осуществляться и без образования цепочки. В этом случае отделение жгутиконосцев происходит поочередно во всех участках тела (рис. 2, б), причем процесс деления может приостанавливаться, у плазмодия появляются жгуты, и он активно движется некоторое время. После этого деление возобновляется.

Неоднократно нам удавалось наблюдать слияние двух отдельных особей и образование небольшого плазмодия. Жгутиконосцы вплотную подходят друг к другу и, не отсоединяясь, плавают около 40 мин (рис. 2, в), после чего оболочка между ними становится неразличимой (рис. 2, г). Через некоторое время появляется третий жгут и организм приобретает характерную форму плазмодия, быстро движется и способен к формированию псевдоподий (рис. 2, д, е). Весь процесс занимает около 1,5 ч. Отдельные особи способны сливаться с крупным плазмодием. Таким образом, можно предположить, что образование плазмодиев идет путем слияния отдельных жгутиконосцев. Однако мы не можем исключить и другой путь – многократное деление ядер отдельных *T. lauterborni*. Этот феномен требует дальнейших исследований, также как роль плазмодиев в жизненном цикле.

1. Ж у к о в Б.Ф. Определитель бесцветных свободноживущих жгутиконосцев подотряда *Bodonina* Holland. - В кн.: Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л., 1971, с.241-285.
2. И в а н о в А.В. Происхождение многоклеточных животных. Л., 1968. 286с.
3. П и р с Э. Гистохимия. М., 1962. 392 с.
4. D e S a e d e l e e r H. Notes de Protistologie. *Thaumatomonas lauterborni* nov.sp. - Recueil Inst. Zoologique (Torley-Rousseau, 1931, vol.3, N 2, p.89-103.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.5

Т.И. Д о б р ы н и н а

РОСТ CYCLOPS VICINUS ULJAN. И EUCYCLOPS SERRULATUS FISCH. (COPEPODA, CYCLOPOIDA) НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ПИЩИ

Цель данной работы - выяснить продолжительность развития двух видов циклопид - *Cyclops vicinus* Uljan. и *Eucyclops serrulatus* Fisch., выращиваемых на разных кормах.

Половозрелые самки с яйцевыми мешками вылавливались в прибрежье Рыбинского водохранилища и отсаживались по одной в сосуды объемом 20 см³. Два раза в сутки рачки просматривались под бинокулярным микроскопом. Вылупившихся науплиев одинакового возраста помещали по одному в склянки объемом 10 см³ с природной водой, профильтрованной через фильтр № 5. Были поставлены 4 серии опытов по 50 циклопов в каждой с различно комбинирующимися видами корма: I - на всех стадиях развития в виде корма предлагалась культура *Chlorella* sp.; II - все стадии развития выращивались на культуре *Paramecium* sp.; III - науплиальные стадии выращивались на *Chlorella* sp. и *Paramecium* sp., все последующие - на смеси из *Chlorella* sp., *Paramecium* sp. и молоди *Ceriodaphnia* sp.; IV - на науплиальных стадиях кормом служили *Paramecium* sp., в дальнейшем - смесь из *Paramecium* sp., *Rotatoria*, молодь *Ceriodaphnia* sp.

Температура в опытах колебалась от 18 до 20°. Все особи просматривались один раз в день, при этом в опытных склянках менялась вода и добавлялся корм. Размеры на разных стадиях определялись по шкуркам вылинявших рачков. Смертность среди циклопов была относительно невысокой: у науплиев до 20%, у копеподитов 5%, половозрелые особи все оставались живыми до конца опытов.

Т а б л и ц а 1

Продолжительность развития отдельных стадий *C.vicinus*
и *E. serrulatus*

Вид рачка	Продолжительность развития, дни											Всего			
	яйца	науплиальные ста- дии					копеподитные стадии					самцы	самки	самцы	самки
		1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я				
<i>C.vici- nus</i>	3	2	2	3	4	4	4	4	5	5	6	3	6	45	48
<i>E.ser- rulatus</i>	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	4	25	27

От оплодотворения до образования яйцевых мешков у *C.vicinus* проходит 4-5 дней, у *E.serrulatus* - 3. Инкубационный период этих видов не превышает 3 дней (табл.1). Общая продолжительность науплиального периода *C. vicinus* составляет 15 дней, у *E.serrulatus* - 11. При этом линейные размеры молоди *C. vicinus* меняются от 0,25 до 0,70 мм, у *E.serrulatus* - от 0,14 до 0,48 мм. Копеподитный период развития продолжается 24 дня у *C.vicinus* и 10 у *E.serrulatus*. За это время копеподиты самцов *C.vicinus* вырастают до 1,15мм, копеподиты самок до 1,46мм, у *E.serrulatus* - до 0,88 и 1,08 мм соответственно. Самцы *C.vicinus* созревают на 45-й день развития, самки - на 48-й, у *E.serrulatus* - через 25 и 27 дней. Таким образом, самцы этих видов созревают раньше самок на 2-3 дня (табл.1).

Цикл развития *E.serrulatus* почти в 2 раза короче, чем у *C.vicinus*. Если у *C.vicinus* по мере роста рачка время, необходимое для прохождения отдельных стадий, увеличивается, то у *E.serrulatus* продолжительность развития каждой стадии примерно одинакова.

Качество пищи не повлияло на скорость развития *C.vicinus* и *E.serrulatus*. К такому же выводу пришли Аурей и Дюссар [2] в опытах по выращиванию этих рачков на разных кормах.

Различия в линейных размерах циклопид при выращивании на разных видах пищи небольшие (табл.2). Максимальных размеров *C.vicinus* и *E.serrulatus* достигали на культуре *Paramecium* sp., минимальные были на водорослевом корме, причем самки *C.vicinus* при выращивании на хлорелле не образовывали яйцевых мешков уже в первой генерации. Очевидно, *C.vicinus*, предпочитающего животную пищу, растительный корм не удовлетворяет в полной мере.

Несмотря на то что пища в опытах была в избытке и постоянно обновлялась, размеры рачков, выращенных в эксперименте, и их

Т а б л и ц а 2

Размеры половозрелых особей *C.vicinus*
и *E.serrulatus*, выращенных на различных видах пищи

Вид корма	Размер, мм			
	<i>C.vicinus</i>		<i>E.serrulatus</i>	
	самцы	самки	самцы	самки
<i>Chlorella</i> sp.	1.22±0.04	1.44±0.03	0.94±0.01	1.27±0.02
<i>Paramecium</i> sp.	1.23±0.01	1.61±0.02	1.03±0.02	1.35±0.02
<i>Chlorella</i> sp., <i>Paramecium</i> sp., <i>Ceriodaphnia</i> sp.	1.28±0.03	1.55±0.03	0.95±0.01	1.33±0.02
<i>Paramecium</i> sp., <i>Rotatoria</i> , <i>Ceriodaphnia</i> sp.	-	-	0.97±0.01	1.29±0.01

плодовитость на 10-15% меньше, чем у циклопов, растущих при этой же температуре в естественных условиях. Такую же тенденцию к уменьшению размеров *E.serrulatus* в аквариальных условиях отмечала и М.Б.Иванова [1].

Л и т е р а т у р а

1. И в а н о в а М.Б. Рост и размножение *E.serrulatus* в аквариальных условиях при различной pH. - ДАН СССР, 1963, т.153, № 4, с.936.
2. A u v r e y G., D u s s a r t B. Role de quelques facteurs du milieu sur le developement postembryonnaire des Cyclopides. II. Cas des Cyclops et influences des facteurs exterieurs. - Bull. Soc. zool. France., 1967, Bd 92, N 1, p.11-22.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. М. Володин, А. П. Стрельникова

ВЛИЯНИЕ РЕЗОРБЦИИ НА КАЧЕСТВО ПОТОМСТВА,
РОЖДАЮЩЕГОСЯ ИЗ ИКРЫ НОВОЙ ГЕНЕРАЦИИ,
У ЛЕЩА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Явление резорбции близкой к зрелости икры у рыб известно довольно давно. Связанное с теми или иными нарушениями условий размножения, оно получило особенно широкое распространение после зарегулирования стока рек и образования на их базе водохранилищ. К настоящему времени описаны общая картина и механизм резорбции икры у многих видов рыб, исследованы влияние температуры, а также условий нагула и зимовки самок на продолжительность резорбции и скорость прохождения отдельных ее этапов. Установлено, что в обычных условиях она не оказывает существенного влияния на развитие очередной генерации овоцитов и на последующий уровень плодovitости самок. До сих пор, однако, остается открытым вопрос о том, какое влияние может оказывать резорбция на качество потомства, рождающегося из оплодотворенной икры очередной генерации. Видимо, только после ответа на него можно будет окончательно оценить степень отрицательного влияния данного явления на потенциальный уровень воспроизводительной способности нерестового стада популяций рыб.

В настоящем сообщении рассматриваются результаты выращивания молоди леща, полученной от самок, претерпевших двукратную резорбцию икры в 1976 и 1977 гг., в экспериментальных прудах.

В середине мая 1978 г. неводом на нерестилище мы отловили производителей леща и посадили в 4 пруда по 4 самки и 3 самца с половыми железами в состоянии, близком к зрелости. Одновременно в такие же пруды высадили из зимовала по 4 самки, у которых летом 1976 и 1977 гг. произошла тотальная резорбция икры. К ним поместили по 4 самца, пойманных на нерестилище.

18 мая произошел нерест лещей контрольной группы, 19 мая отнерестились самки, высаженные из зимовала. Вылупление эмбрионов из оболочек произошло 27 и 28 мая соответственно. Через 2 дня после этого при переходе развития на этап смешанного питания отобрали по 5 тыс. личинок опытной и контрольной групп и поместили в 2 расположенных по соседству выростных пруда площадью 0,08 га каждый. В каждом из них находилась смесь личинок, выклюнувшихся из икры нескольких самок. Пруды были залиты заблаговременно, и к началу эксперимента в них успел развиваться планктон.

Наблюдения показали, что, несмотря на разницу в сроках рождения всего в один день, развитие потомства от самок, претерпевших резорбцию, отставало от развития молоди контрольной группы. Так, 19 июня развитие личинок в контроле находилось в конце этапа D₁, а развитие личинок опытной группы лишь в начале этого

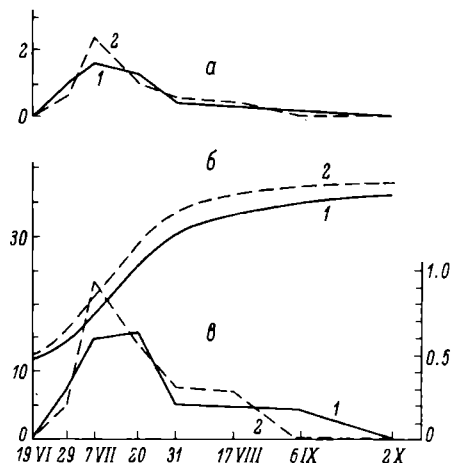


Рис.1. Показатели линейного роста молоди.

1 - опыт, 2 - контроль. По оси ординат: а - удельная скорость роста, б (слева) - длина тела, мм, в (справа) - абсолютные линейные приросты; по оси абсцисс - дата отбора проб.

этапа. 29 июня развитие опытных личинок достигло середины этапа D_2 , а у контрольных этот этап уже заканчивался. 7 июля развитие контрольной молоди перешло на этап G (2-й мальковый этап по Н.Н.Дисперу), тогда как развитие опытной еще проходило этап F. Таким образом, молодь опытной группы вступила в мальковый период развития примерно на 7 дней позже контрольной.

Помимо темпа развития молодь опытной группы с самого начала и до конца наблюдений отставала от контрольной как по линейному, так и особенно по весовому росту (рис. 1, 2). Почти во всех пробах различия были достоверны по третьему уровню значимости. Молодь обеих групп росла неравномерно. Наиболее интенсивный рост наблюдался в течение личиночного периода развития. С наступлением малькового периода приросты стали снижаться. До середины августа линейные и весовые приросты контрольной молоди превышали таковые опытной, но к началу сентября рост контрольной молоди резко замедлился, а затем практически прекратился совсем. Рост молоди опытной группы продолжался почти на месяц дольше, тем не менее по размерам она так и не смогла догнать контрольную. Судя по состоянию кормовой базы и интенсивности питания, более ранняя остановка роста контрольной молоди была связана с более быстрым достижением состояния готовности к зимовке по сравнению с опытной. Упитанность, вычисленная по Фультону, в большинстве проб была сначала более высокой у молоди контрольной группы, а с половины августа - у опытной.

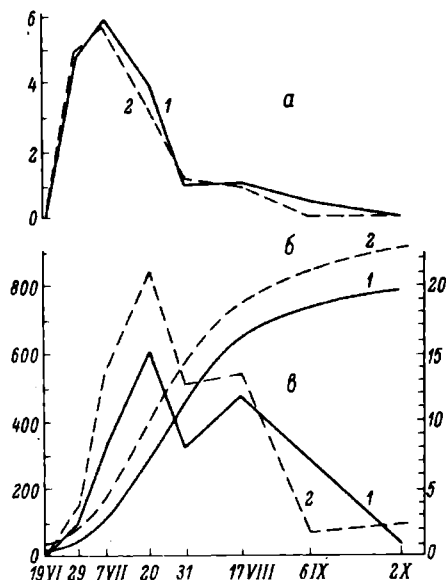


Рис.2. Показатели весового роста молоди.

1 - опыт, 2 - контроль. По оси ординат: а - удельная скорость роста, б (слева) - вес тела, г, в (справа) - абсолютные весовые приросты; по оси абсцисс - дата отбора проб.

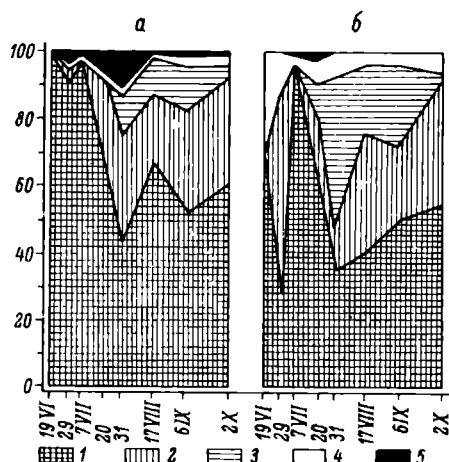


Рис.3. Состав пищи молоди в прудах.

а - опыт, б - контроль. 1 - кладоцеры, 2 - копеподы, 3 - остра-
 коды, 4 - личинки хирономид, 5 - коловратки. По оси ординат - ко-
 личество организмов, %; по оси абсцисс - дата отбора проб.

Основу пищи молоди в обоих прудах составляли планктонные организмы, среди которых первое место занимали веслоногие и ветвистоусые рачки (рис. 3) — обычная пища молоди фитофильных видов рыб, и наиболее массовые формы в составе зоопланктона. В меньшей степени молодь питалась остракодами, коловратками, а также личинками хирономид, обитающими среди зарослей подводной растительности.

Колебания численности зоопланктона в прудах в течение лета были сходными. Судя по величине индексов наполнения кишечника, удельной скорости роста и динамике упитанности, корма молоди в прудах хватало даже в периоды минимальной численности планктона. Следовательно, в данном эксперименте пищевой фактор не мог быть решающим в определении особенностей развития и роста молоди контрольной и опытной групп. Наиболее вероятное объяснение пониженному темпу развития и роста молоди опытной группы по сравнению с контрольной мы находим в ухудшении качества очередной генерации икры у самок, претерпевших резорбцию, как это уже было отмечено нами ранее. Следствием низкого качества икры и является ухудшение качества потомства по крайней мере на первом году его жизни.

Результаты данного эксперимента мы рассматриваем пока как предварительные, требующие дальнейшей проверки и уточнения. Тем не менее с учетом полученных материалов можно сделать заключение, что тотальная резорбция икры у рыб, возникающая в результате нарушений условий воспроизводства, приводит к снижению популяционной плодовитости в неблагоприятные по условиям размножения годы; к увеличению количества яловых самок в нерестовом стаде в случае, если резорбция протекает при пониженной температуре, а также если рыбы были ослаблены и истощены в результате неблагоприятных условий предшествовавшего нагула или зимовки; к ухудшению качественного состава рыб отдельных поколений и даже популяции в целом, если особенно обмена веществ и роста родителей действительно наследуются потомством, в этом случае регулярно повторяющиеся явления резорбции икры у большого числа рыб усугубляют воздействие на структуру популяции промысла обьективными орудиями лова, которые отбирают из нее прежде всего особей, характеризующихся хорошим темпом роста и высоким уровнем пластического и генеративного обмена веществ; к уменьшению видовой плодовитости путем ухудшения качественного состава нерестового стада и пропуска самками одного или нескольких сезонов размножения.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Т.С.Ж и т е н е в а , Л.Н.С т р и ж н и к о в а

ПИТАНИЕ ЛЕЩА НА РАЗНЫХ БИОТОПАХ
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. III

Типы донных отложений Волжского плеса Рыбинского водохранилища различны [1], что определяет состав и биомассу бентоса [4] и условия откорма леща [2, 3].

Материал по питанию леща собирался на левобережной прирусловой пойме Волжского плеса в районе о-ва Шумаровского в 1977 г. Грунты поймы до глубины 6-7 м представлены песчанистым серым илом и мелким песком, в понижениях и приостровных ложбинах на глубине 8-14 м - серым илом.⁵ Методика сбора и обработки материала изложена в предыдущих сообщениях [2, 3]. Проанализировано 219 кишечника рыб в возрасте от 3 до 16 лет.

Состав организмов, входящих в пищу леща, отличался бедностью и однообразием: среди хирономид преобладали *Chironomus plumosus* и *Procladius*, количество *Cryptochironomus* и *Tanytarsus* было невелико (табл. 1, 2). По-прежнему в содержанием кишечника было много грунта и слизи. Судя по видам хирономид, входящим в пищу, лещ избегает районов, занятых песчаным грунтом. Нагул рыб происходит в районах распространения песчанистого серого и серого илов, т.е. на мягких грунтах, позволяющих легко добывать бентосные организмы.

Нагул леща на биотопе песчанистого серого ила отразился на количественных показателях, характеризующих его питание. Уровень потребления олигохет лещом (на этапах развития J_2 и К) был почти вдвое ниже по сравнению с нагуливающимся на биотопе серого ила русла и правобережной поймы Волжского плеса [2, 3]. Последнее объясняется более низкой биомассой олигохет на биотопе серого песчанистого ила, чем на сером иле [4]. Значение личинок хирономид в питании леща рассматриваемого района было примерно таким же, как и на биотопе серого ила [3], хотя биомасса личинок на сером песчанистом иле была почти вдвое ниже [4]. Интенсивное использование хирономид объясняется избирательностью леща: личинки относятся к его излюбленным кормовым организмам. Использование хирономид крупными рыбами на этапе К было выше, чем мелкими на этапе J_2 , что характерно для леща других районов [2, 3].

Общие индексы наполнения кишечника леща по животным компонентам на биотопе песчанистого серого ила были ниже, чем на сером иле [2, 3]. Величина их испытывала значительные колебания, связанные с неравномерной интенсивностью потребления личинок хи-

⁵ Состав донных отложений по материалам съемки 1977 г. любезно сообщен В.И. Законновым.

Т а б л и ц а 1

Содержимое кишечников леща (этап J_2) на биотопе песчанистого серого ила левобережной поймы Волжского плеса

Содержимое кишечников	V		VI		VII		VIII		IX		X
	индекс, о/ооо	частота встрече- мостью, сти, %	ин- декс, о/ооо	частота встрече- мостью, сти, %	ин- декс, о/ооо	частота встрече- мостью, сти, %	ин- декс, о/ооо	частота встрече- мостью, сти, %	ин- декс, о/ооо	частота встрече- мостью, сти, %	
<i>Chironomus plumosus</i>	10.5	31.0	5.2	16.0	9.0	43.0	20.0	58.0	15.2	40.0	0
<i>Procladius</i>	2.0	34.0	5.5	66.0	0	12.0	22.6	58.0	4.9	28.0	0
<i>Cryptochironomus</i>	0.1	17.0	0.5	16.0	0.1	37.0	0.6	41.0	0.3	16.0	0
<i>Tanytarsus</i>	0.1	34.0	-	-	0.1	56.0	0.1	58.0	0.1	32.0	0
Моллюски	0.6	9.0	28.4	50.0	0.8	37.0	3.7	41.0	1.7	8.0	0
Олигохеты	2.6	13.0	0.6	16.1	6.3	93.0	5.7	16.0	14.4	32.0	0
Зоопланктон	0.4	9.0	8.1	50.0	0.3	75.0	0	66.0	0	32.0	0
Общий индекс по жи- вотным компонентам	16.3		48.3			16.6	69.3		36.6		0
Детрит	12.2	92.0	12.1	66.0	15.0	93.0	42.8	66.0	30.3	28.0	0
Слизь	16.8	90.0	2.4	66.0	18.0	93.0	13.2	66.0	11.1	28.0	0
Количество кишечников	41		6			16	12		25		12
% пустых	29.2		16.6			6.3	33.3		64.0		100

Содержимое кишечников леща (этап К) на биотопе песчанистого серого ила
левобережной поймы Волжского плеса

	V		VI		VII		VIII		IX		X
	ин- декс, о/ооо	частота встре- чаемо- сти, %	ин- декс, о/ооо	частота встре- чаемо- сти, %	ин- декс, о/ооо	частота встре- чаемо- сти, %	ин- декс, о/ооо	частота встре- чаемо- сти, %	ин- декс, о/ооо	частота встре- чаемо- сти, %	
Содержимое кишечников											
<i>Chironomus plumosus</i>	45.8	74.0	11.2	26.0	24.5	80.0	11.7	68.0	28.9	62.0	0
<i>Procladius</i>	2.6	77.0	2.4	33.0	0	20.0	13.3	68.0	2.7	62.0	0
<i>Cryptochironomus</i>	0.5	52.0	0.7	16.0	0	40.0	0.4	57.0	0.4	62.0	0
<i>Tanytarsus</i>	0	34.0	0	16.0	0	20.0	0.4	57.0	0.1	25.0	0
Моллюски	0	8.0	0	10.0	0	40.0	1.6	30.0	0.8	12.0	0
Олигохеты	13.5	60.0	4.5	30.0	21.6	100.0	2.5	63.0	2.5	75.0	0
Зоопланктон	0	8.0	0.7	23.0	0	80.0	0.1	47.0	0	50.0	0
Общий индекс по живот- ным компонентам	62.4			19.5	46.1		30.0		35.4		0
Детрит	23.1	60.0	13.5	36.0	18.4	100.0	17.1	63.0	10.6	62.0	0
Слизь	26.0	60.0	15.0	34.0	17.2	100.0	12.8	68.0	8.4	62.0	0
Количество кишечников	35			30	5		19		8		10
% пустых	2.8			26.6	-		31.5		25.0		71.4

рономид и олигохет в течение всего периода нагула (табл. 1, 2). Не ясна причина большого количества рыб с пустыми кишечниками. Процент пустых кишечников леща был выше, чем в районе русла и правобережной поймы [2, 3]. Тем не менее состав пищи и относительно высокие показатели накормленности рыб свидетельствуют о довольно благоприятных условиях их откорма в районе левобережной поймы. Следовательно, в Волжском плесе Рыбинского водохранилища кроме биотопа серого ила русловых участков имеются обширные пространства прирусловых пойм, занятые серым и песчаным серым илами с хорошими кормовыми условиями для крупного леща.

Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н Н.В., З и м и н о в а Н.А., К у д р и н В.П. Донные отложения верхневолжских водохранилищ. Л., 1975. 156 с.
2. Ж и т е н е в а Т.С. Питание леща на разных биотопах Рыбинского водохранилища. I. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1980, № 46, с.26–30.
3. Ж и т е н е в а Т.С. Питание леща на разных биотопах Рыбинского водохранилища. II. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1980, № 48, с.43–46.
4. Р ы б и н с к о е в о д о х р а н и л и щ е и е г о ж и з н ь . Л., 1972. 364 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597-153(285.3)

С.Н. П о л о в к о в а , В.В. Х а л ь к о

О ПИТАНИИ СЕГОЛЕТКОВ СУДАКА В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Сведения о питании сеголетков судака Рыбинского водохранилища относятся ко второму этапу существования водоема [1, 4, 7]. Обширнее представлен материал по питанию половозрелых особей [1, 2, 6]. Цель нашей работы заключалась в выяснении характера питания сеголетков судака в Волжском плесе Рыбинского водохранилища в настоящее время.

Материал собирали с июля по сентябрь 1975 г. в Волжском плесе в районе Шумаровского острова. Рыбу ловили разноглубинным мальковым тралом с раскрытием в 12 м. Продолжительность траления – 10 мин. Питание рыб изучалось по стандартной методике [8]. При цифровой обработке материала пользовались таблицами восстановленных весов кормовых организмов [3, 5].

Состав пищи сеголетков судака, % по весу

Организмы	Июль	Август	Сентябрь
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leyd.	3,73	76,63	55,11
<i>Leptodora kindtii</i> Focke	33,48	25,36	35,78
<i>Daphnia longispina</i> Müll.	26,66	0,05	3,56
<i>D. cucullata</i> G. Sars	-	-	0,37
<i>D. cristata</i> G. Sars	1,66	-	-
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> Müll.	-	-	0,10
<i>Chydorus sphaericus</i> Müll.	-	-	0,04
<i>Limnosida frontosa</i> G. Sars	29,37	-	0,85
<i>Bosmina coregoni</i> (Baird)	-	-	0,27
<i>B. longirostris</i> (Müll.)	-	-	3,02
<i>Eurytemora lacustris</i> (Pope)	1,08	-	-
<i>Heterocope appendiculata</i> G. Sars	0,75	-	0,90
Copepodit	3,27	-	-
Хирономиды	-	0,96	-
Всего:	100	100	100

Проанализировано питание 113 экз. сеголетков судака длиной от 20 до 80 мм. Особи с пустыми желудками составили 26% от общего числа вскрытых рыб. В желудках молоди судака было обнаружено 12 различных форм планктонных ракообразных и 1 вид хирономид рода *Chironomus*. Доминирующее положение в пище в течение всего периода наблюдений занимали ветвистоусые рачки; веслоногие встречались в незначительном количестве (см. таблицу). В июле в пище преобладали средние и крупные формы *Daphnia longispina* (0,8-1,7 мм), *Limnosida frontosa* (0,7-2,0 мм) и *Leptodora kindtii* (4,6-6,0 мм). В августе и сентябре сеголетки судака, питающиеся мелким планктоном, перешли на потребление главным образом крупных хищных ветвистоусых - *Bythotrephes longimanus* (1,2-2,3 мм) и *Leptodora kindtii* (4,5-6,2 мм).

Интенсивность питания в эти месяцы была различной. В июле индекс наполнения составил 92‰, суточный и месячный рационы - 4,1 и 127,7% от веса. В августе указанные величины оказались максимальными - соответственно 103‰, 6,2 и 193%. Снижение индексов наполнения до 17‰, суточных (0,63%) и месячных (19%) рационов в сентябре вызвано переходом части особей с планктонного питания на хищное. Сеголетки с хищным питанием в августе и сентяб-

Соотношение объектов питания сеголетков судака в Волжском плесе Рыбинского водохранилища в зависимости от длины тела.

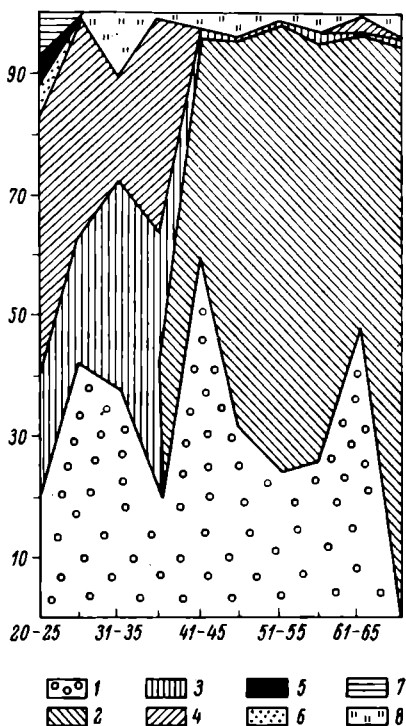
1 - *Leptodora kindtii*,
2 - *Bythotrephes longimanus*, 3 - *Daphnia longispina*, 4 - *Limnosida frontosa*, 5-8 - второстепенные объекты питания. По оси ординат - состав пищи, % по весу; по оси абсцисс - размеры рыб, мм.

ре превосходили по весу и размерам своих родственников, питающихся планктоном. Например, в августе средний вес особей планктофагов составил 2,2 г, хищников - 3,8 г.

Анализ состава пищи молоди судака в зависимости от длины тела показал, что особи размерной группы 20-25 мм потребляли в пищу в основном крупные формы *Daphnia longispina*

(1,5-1,6 мм), *Limnosida frontosa* (0,7-2,0 мм) и *Leptodora kindtii* (4,5-5,1 мм). У более крупных особей размерами от 26 до 70 мм наблюдалась тенденция к увеличению содержания в рационе *Bythotrephes longimanus* и *Leptodora kindtii*, т.е. с ростом сеголетков в их пище преобладали более крупные формы (см. рисунок).

Количество особей, питающихся рыбой, в июле-сентябре не превышало 26%. В их желудках обнаружено 5 видов рыб: молодь уклей, снетка, плотвы, окуня и синца. В рационе сеголетков в августе и сентябре преобладала молодь уклей (54%), меньшее значение в питании имел снеток (15%). Средний вес хищничающих судаков в августе был равен 3,9 г, в сентябре - 9,3 г. Размеры рыб, поедаемых сеголетками длиной от 65 до 82 мм, колебались от 24 до 43 мм, относительный размер жертвы в августе составил 35%, в сентябре - 53%. В Рыбинском водохранилище мелкий снеток дает возможность сеголеткам судака переходить на питание рыбой без промежуточных ступеней в период высокой вспышки численности молоди снетка [2]. Численность молоди снетка в среднем за одно 5-минутное траление составляла в 1955 г. 8 экз., в 1965 - 161, в 1969 - 2000, в 1971 - 1375, в 1973 - 40, в 1975 г. - 34-36 экз.⁶ По данным Г.П.Роман-



новой [7], в 1953 г. количество сеголетков судака, питающихся рыбой в открытых участках, в отдельные месяцы не превышало 32%. Причина этого – малая численность снетка. В 1965 г. сеголетки судака хищничали более интенсивно. Количество особей, питающихся рыбой, в отдельные месяцы колебалось от 44 до 87% [1]. Неблагоприятные климатические условия, сложившиеся после 1971 г., привели к снижению численности молоди снетка. По этой причине количество хищничающих сеголетков судака в 1975 г. было меньше – 26%.

Таким образом, на современном этапе формирования Рыбинского водохранилища характер питания сеголетков судака не изменился. Основными компонентами питания остались крупные формы ветвистоусых ракообразных. Количество сеголетков судака, переходящих на хищное питание, обусловлено колебаниями численности молоди снетка. Низкая численность молоди снетка в 1975 г. не благоприятствовала массовому переходу сеголетков судака на хищное питание, вследствие чего поколение этого года оказалось хуже подготовленным к зимовке.

Л и т е р а т у р а

1. И в а н о в а М.Н. Сезонные изменения в питании хищных рыб Рыбинского водохранилища. – Вспр. ихтиол., 1965, т.5, вып.1(34), с.127–134.
2. И в а н о в а М.Н. О воздействии судака на популяции некоторых видов рыб. – В кн.: Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах. Л., 1968, с.166–181.
3. К о в а л е в И.Н. Справочные материалы по определению веса и длины тела некоторых видов рыб дельты реки Волги по нижнеглоточным и нижнечелюстным костям. – Тр. Астрах.запов., 1958, вып.4, с.237–250.
4. М а к к о в е е в а И.И. Питание молоди хищных рыб Рыбинского водохранилища. – Учен.зап.Ярославск.пед. ин-та им.К.Д. Ушинского, 1969, т.32, с.93–100.
5. М о р д у х а й – Б о л т о в с к о й Ф.Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна р.Дона. – Тр. проблемных и тематич.совещ., 1954, вып.2. 223 с.
6. Р о м а н о в а Г.П. Питание судака Рыбинского водохранилища. – Тр. биол. ст. „Борок“ АН СССР, 1955, вып.2, с.307–326.
7. Р о м а н о в а Г.П. Питание сеголетков судака в Рыбинском водохранилище. – Тр. биол. ст. „Борок“ АН СССР, 1968, вып.3, с.273–300.

8. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. М., 1961. 262 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР
Астраханский технический институт
рыбной промышленности и хозяйства

УДК 591.66-7.51:574.64

Т.И. Ж а р и к о в а, Б.А. Ф л е р о в

ВЛИЯНИЕ ХЛОРОФОСА НА ВОСПРИИМЧИВОСТЬ РЫБ
К ИНВАЗИИ ВИДАМИ РОДА DACTYLOGYRUS
DIESING, 1850 (MONOGENOIDEA)

В связи с усиливающимся поступлением токсических веществ в водоемы изучение их влияния на паразитов рыб приобретает особо важное значение, поскольку этот аспект проблемы загрязнения практически не разработан. Цель настоящей работы – изучение воздействия распространенного фосфорорганического пестицида хлорофоса на восприимчивость рыб к заражению паразитами.

Исследования проводили на годовиках карася (*Carassius auratus* L.) и карпа (*Cyprinus carpio* L.) при температуре 5-7, 15, 19°. Использовались растворы хлорофоса в концентрациях 10 и 50 мг/л. Токсикант в концентрации 10 мг/л встречается в некоторых поверхностных стоках.

Свободных от паразитов рыб делили на две равные группы. Одну (подопытную) в течение 5 дней выдерживали в растворе хлорофоса, другую (контрольную) содержали в чистой воде. Затем подопытных и контрольных рыб на 14 дней помещали в аквариум с зараженными рыбами. Если опыты ставили с карасями, то зараженными были караси, в опытах с карпами – карпы. После этого подопытных и контрольных рыб вскрывали для подсчета общего количества паразитов.

Всего за время проведения экспериментов просмотрено 510 рыб. Караси были инвазированы *Dactylogyrus anchoratus*, *D. intermedius*, карпы – *D. anchoratus*, *D. achmerowi*. Подопытные рыбы, выдержанные в растворе хлорофоса концентрации 10 мг/л при температуре 15 и 19°, заражались значительно сильнее по сравнению с интактными (табл. 1). При температуре 15° подопытные караси оказались зараженными примерно в 2 раза больше, чем контрольные (соответственно 223 и 118 паразитов в среднем на 1 рыбе). При температуре 19° различие было еще большим: интенсивность инвазии подопытных карасей (270 паразитов на рыбе) оказалась примерно в 2,3 раза выше, чем контрольных (120 паразитов в среднем на рыбе). При этой же температуре подопытные карпы заразились в 2,8 раза сильнее контрольных, интенсивность инва-

Т а б л и ц а 1

Зараженность рыб паразитами после воздействия хлорофосом
в концентрации 10 мг/л

Температура раствора хлорофоса, °С	Вид рыб	Общее количес- тво рыб	Группа рыб	Числен- ность парази- тов на 1 рыбе	Количество рыб	
					по- гиб- ших	выжив- ших
5-7	Карпы	40	Опыт	94	0	20
			Контроль	85	0	20
5-7	Караси	40	Опыт	112	0	20
			Контроль	106	0	20
15	"	60	Опыт	223	4	26
			Контроль	118	0	30
19	Карпы	70	Опыт	310	8	27
			Контроль	140	0	35
19	Караси	40	Опыт	270	6	14
			Контроль	120	0	20

зии составила соответственно 310 и 140 паразитов в среднем на рыбе.

Кроме повышения восприимчивости рыб к инвазии после воздействия хлорофосом отмечена гибель подопытных рыб в „заразнике“, обусловленная, по-видимому, их отравлением токсикантом. Из 30 карасей, выдержанных в растворе хлорофоса при температуре 15°, погибло 4 (13%). Из 35 подопытных карпов и 20 карасей, находившихся в растворе хлорофоса при температуре 19°, смертность в „заразнике“ наблюдалась у 8 карпов и 6 карасей (соответственно 23 и 30%).

Опыты, проведенные с хлорофосом при температуре 5-7°, показали, что его воздействие практически не отражается на восприимчивости рыб к заражению. После пребывания в „заразнике“ интенсивность инвазии подопытных и контрольных карпов составила соответственно 94 и 85 паразитов в среднем на рыбе. Сходные данные получены для подопытных и контрольных карасей: 112 и 106 паразитов на рыбе. При этой температуре гибель рыб не отмечалась. Аналогичная закономерность выявилась при воздействии хлорофосом в концентрации 50 мг/л (табл.2). Зараженность рыб, выдержанных в растворе токсиканта при температуре 15 и 19°, была значительно выше по сравнению с интактными рыбами. Процент погибших под-

Т а б л и ц а 2

Зараженность рыб паразитами после воздействия хлорофосом в концентрации 50 мг/л

Температура раствора хлорофоса, °С	Вид рыб	Общее количество рыб	Группа рыб	Численность паразитов на 1 рыбе	Количество рыб	
					погибших	выживших
5-7	Карпы	40	Опыт	119	0	20
			Контроль	108	0	20
5-7	Караси	50	Опыт	132	0	25
			Контроль	126	0	25
15	"	50	Опыт	406	7	18
			Контроль	150	0	25
19	Карпы	60	Опыт	480	11	19
			Контроль	130	0	30
19	Караси	60	Опыт	390	10	20
			Контроль	105	0	30

опытных рыб в „заразнике“ оказался большим, чем в опытах с хлорофосом в концентрации 10 мг/л. Как и в предыдущем варианте опыта, токсикант при температуре 5-7° не влиял на восприимчивость рыб к инвазии.

Хлорофос (0.25%) широко применяется в прудовом хозяйстве как эффективное лечебное средство при дактилогирозе. Результаты наших экспериментов показали, что в зависимости от температуры он может в дальнейшем отрицательно влиять на устойчивость рыб к заражению паразитами. Хлорофос в концентрации 10 и 50 мг/л при температуре 15 и 19° повышает восприимчивость годовиков карпа и карася к заражению исследуемыми видами. Чем выше концентрация и температура раствора токсиканта, тем сильнее он оказывает отрицательное влияние на устойчивость рыб к инвазии.

С целью выявления восприимчивости рыб к повторному заражению паразитами после обработки их раствором хлорофоса в концентрации, рекомендованной [1] для освобождения от *Dactylogirus*, были поставлены специальные опыты. В экспериментах использовано 80 годовиков карася, свободных от паразитов. Часть рыб (подопытных) подвергали заражению, для чего их помещали в аквариум после удаления из него зараженных рыб, в котором остались яйца и свободноплавающие личинки червей. В первом опыте интенсивность инва-

Т а б л и ц а . 3

Восприимчивость рыб к повторному заражению после обработки 0.25%-ным хлорофосом при температуре 18°

Номер опыта	Количество рыб	Численность дактилогирозов в среднем на 1 рыбе	
		опыт	контроль
1	40	145	55
2	40	87	33

зии рыб составляла 100-120 паразитов (*D. anchoratus*, *D. intermedius*, *D. wegneri*), во втором - 80-100 особей тех же видов на одной рыбе. Затем зараженных таким способом рыб освобождали от паразитов, проводя их через раствор хлорофоса по общепринятой методике: концентрация хлорофоса - 2.5 мг/л (0.25%), температура - 18°, экспозиция - 15-20 мин. После такой обработки освобожденных от паразитов рыб сутки выдерживали в чистой воде. Далее подопытных и контрольных (свободных от паразитов) рыб при температуре 18° на 14 дней помещали в „заразник“, после чего вскрывали для подсчета численности паразитов. Оказалось, что в первом опыте интенсивность инвазии первоначально зараженных рыб была 145, контрольных - 55 особей на рыбе. Во втором опыте эти же показатели соответственно составили 87 и 33 паразита на рыбе (табл.3).

Таким образом, обработка зараженных рыб раствором хлорофоса с целью освобождения от паразитов рода *Dactylogyrus* снижает их устойчивость к повторному заражению. Поэтому при выборе химических веществ, применяемых для борьбы с дактилогирозом, следует учитывать не только их воздействие на самих паразитов, но и отрицательное влияние на организм хозяина, проявляющееся в повышенной восприимчивости к повторной инвазии.

Л и т е р а т у р а

1. И х т и о п а т о л о г и я . М., 1977. 272 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.И. Козловская, Т.В. Волкова

О СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ ПОЛИХЛОРПИНЕНА
И ХЛОРОФОСА НА *LIMNAEA STAGNALIS*
(GASTROPODA)

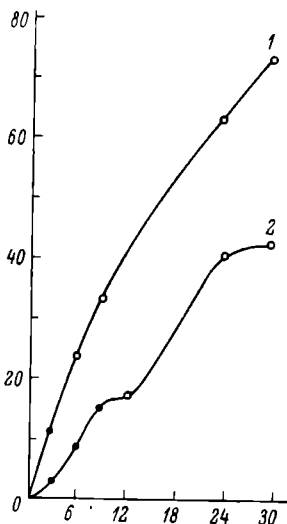
Предельно допустимые концентрации химических веществ основываются на определении токсичности отдельных соединений. Вместе с тем в воде одновременно могут присутствовать несколько веществ. Возможны случаи попадания в водоемы токсикантов, где гидробионты содержат определенное количество персистентных хлорорганических соединений. Поэтому наряду с изучением токсичности отдельных химических веществ для гидробионтов необходимо исследовать их совместное действие.

Цель настоящей работы – изучение токсичности хлорофоса и полихлорпинена (ПХП) для *Limnaea stagnalis* при их комбинированном действии. Использовали химически чистый ПХП и 80%-ный технический препарат хлорофоса. Опыты проводились в трехкратной повторности при температуре 18–21° в плоских сосудах, содержащих по 2 л раствора токсиканта. В каждый сосуд помещали по 5 меченых прудовиков. Общее число животных в эксперименте – 460, время экспозиции – 48 ч. Исследовалось действие хлорофоса в концентрации 515, 51.5, 5.15, 0.515, 0.0515, 0.00515 мг/л действующего вещества; ПХП – 8, 7.5, 6.5, 3.2, 1.3, 1, 0.5 мг/л; смесей ЛК₅₀ и ЛК₁₀₀ хлорофоса и ПХП в соотношении 3:1, 1:1, 1:3; токсичность одного пестицида после предварительного действия другого. Результаты обработаны статистически. ЛК₅₀ хлорофоса для *L. stagnalis* составляет 51.5, ЛК₅₀ – 0.515, МПК₁₀₀ – 0.00515 мг/л.

Отравление хлорофосом сопровождалось изменением веса животных. В концентрации 51.5 мг/л уже через 6 ч вес достоверно увеличивался за счет накопления в организме воды (см. рисунок). В последующие часы он продолжал возрастать, параллельно угнеталась двигательная активность. Разбухшие моллюски теряли способность прикрепляться к субстрату, наблюдалось выпадение внутренних органов наружу через раскрывшиеся ротовое и половое отверстия. У погибающих животных вес резко снижался вследствие обезвоживания организма, у выживших – постепенно нормализовался.

ЛК₁₀₀ ПХП для *L. stagnalis* составляет 6, ЛК₅₀ – 4, МПК – 1 мг/л. При интоксикации ПХП вес также увеличивался за счет накопления в организме воды (см. рисунок), но менее интенсивно. В концентрации, эквивалентной хлорофосу, он достоверно изменялся только через 12 ч.

В растворах, содержащих 3/4 ЛК₁₀₀ хлорофоса + 1/4 ЛК₁₀₀ ПХП, 1/2 ЛК₁₀₀ хлорофоса + 1/2 ЛК₁₀₀ ПХП, 1/4 ЛК₁₀₀ хлорофоса + 3/4 ЛК₁₀₀ ПХП, все животные погибали через 48 ч, как и при интоксикации хлорофосом или ПХП (табл. 1). Однако отмечены более ранние



Изменение веса *Limnaea stagnalis* при отравлении полихлорпипином — 6 мг/л ($ЛК_{100}$) и хлорофосом — 51,5 мг/л ($ЛК_{100}$).

1 — хлорофос, 2 — полихлорпипин. Точки в кружках — различие между опытом и контролем достоверно. По оси ординат — увеличение веса, %; по оси абсцисс — время опыта, ч.

достоверные изменения веса. При воздействии хлорофосом вес моллюсков увеличился достоверно через 6 ч, ПХП — через 12 ч, смеси оказывали такое же влияние уже через 3 ч.

При помешении животных в токсические смеси, состоящие из $3/4 ЛК_{50}$ хлорофоса + $1/4 ЛК_{50}$ ПХП, $1/2 ЛК_{50}$ хлорофоса + $1/2 ЛК_{50}$ ПХП, $1/4 ЛК_{50}$ хлорофоса + $3/4 ЛК_{50}$ ПХП, также наблюдалось

более раннее изменение веса (табл.1). Через 6 ч в растворах хлорофоса 0,515 мг/л ($ЛК_{50}$) и ПХП 4 мг/л ($ЛК_{50}$) вес изменялся незначительно, а в смесях токсикантов отмечалось достоверное его увеличение. В данном опыте имело место потенцирование эффекта действия. В смеси $3/4 ЛК_{50}$ хлорофоса + $1/4 ЛК_{50}$ ПХП погибло 60% животных; $1/2 ЛК_{50}$ хлорофоса + $1/2 ЛК_{50}$ ПХП — все; $1/4 ЛК_{50}$ хлорофоса + $3/4 ЛК_{50}$ ПХП — 90%.

Проведение экспериментов по токсичности препаратов после предварительного воздействия другого токсиканта показало, что после выдерживания прудовиков в растворах хлорофоса 0,0515, 0,00515 мг/л и отмывки их в воде в течение 3–6 дней эффект действия ПХП в летальной концентрации (6 мг/л) не менялся. Гибель прудовиков от летальной концентрации хлорофоса 51,5 мг/л после предварительного воздействия сублетальных концентраций ПХП снижалась. Через 48 ч в варианте с ПХП 1 мг/л все прудовики остались живыми, в других вариантах (0,5, 0,3 мг/л ПХП) погибло 50% особей. Отмывка в воде от 3 до 6 дней на результаты влияния не оказала (табл.2).

Из двух изучаемых препаратов более токсичен для *L. stagnalis* ПХП. При совместном действии хлорофоса и ПХП в смесях, состоящих из летальных концентраций, взятых в соотношении 3:1, 1:1, 1:3, наблюдается синергический эффект. Пребывание прудовиков в сублетальных концентрациях хлорофоса с последующей отмывкой в воде не изменяет их чувствительности к ПХП. Однако предварительное воздействие ПХП влияет на токсичность хлорофоса. Это может быть обусловлено тем, что хлорорганические соединения, к которым относится и ПХП, обладают способностью повышать в орга-

Т а б л и ц а 1

Совместное действие хлорофоса и полихлорпинена на *L. stagnalis*

Время опыта, ч	Хлоро-фос 51,5 мг/л ЛК ₁₀₀	Смесь хлорофоса и ПХП			ПХП 6 мг/л ЛК ₁₀₀	Хлоро-фос 0,515 мг/л ЛК ₅₀	Смесь хлорофоса и ПХП				ПХП 4 мг/л ЛК ₅₀	Кон-троль
		Смесь хлорофоса и ПХП					Смесь хлорофоса и ПХП					
		3/4 ЛК ₁₀₀ хлорофоса + 1/4 ЛК ₁₀₀ ПХП	1/2 ЛК ₁₀₀ хлорофоса + 1/2 ЛК ₁₀₀ ПХП	1/4 ЛК ₁₀₀ хлорофоса + 3/4 ЛК ₁₀₀ ПХП			3/4 ЛК ₅₀ хлорофоса + 1/4 ЛК ₅₀ ПХП	1/2 ЛК ₅₀ хлорофоса + 1/2 ЛК ₅₀ ПХП	1/4 ЛК ₅₀ хлорофоса + 3/4 ЛК ₅₀ ПХП			
Изменение веса, %												
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	111	122*	118*	119*	102	100 _a	100	100	100	102	99	
6	124*	129*	125*	124*	104	108	114*	113*	118*	106	98	
24	163*	168*	144*	141*	121*	125*	155*	145*	143*	132*	100	
Наблюдавшийся эффект гибели, %												
48	100	100	100	100	100	50	60	100	90	50	0	

* Различие между опытом и контролем достоверно для уровня значимости 0,99.

Т а б л и ц а 2

Влияние на *L. stagnalis* хлорофоса 51.5 мг/л (ЛК₁₀₀)
после воздействия полихлорпиненом

Время опыта, ч	Концентрация полихлорпинена, мг/л			
	1	0.5	0.3	0.3
	экспозиция в воде 3 дня			экспозиция в воде 6 дней

Изменение веса, % к контролю				
3	109	110	109	109
6	117	118	116	121
9	128 ⁺	128 ⁺	128 ⁺	131 ⁺
24	154 ⁺	166 ⁺	165 ⁺	168 ⁺

Наблюдавшийся эффект гибели, %				
48	0	50	50	50
72	40	100	100	100

низме уровень эстеразы, гидролизующей фосфорорганические соединения [3].

При исследовании действия хлорофоса на водно-солевой обмен брюхоногих моллюсков наблюдаемое накопление в организме воды объяснялось антихолинэстеразными свойствами препарата, вызывающими нарушение нормального функционирования мускулатуры [1]. Полихлорпинен не обладает способностью инактивировать холинэстеразу, а также вызывает симптом „набухание“. Избыточное накопление в организме воды, вероятно, связано с гормональной регуляцией водного обмена. Изучение влияния пестицидов на нейроэндокринную систему и содержание в организме воды проводилось и на наземных насекомых [2, 4]. Установлено, что наблюдаемые патологические изменения водного обмена являются следствием ненормального функционирования нейроэндокринной системы.

Л и т е р а т у р а

1. Виноградов Г.А., Гдовский П.А. Исследование действия хлорофоса на водно-солевой обмен пресноводных брюхоногих моллюсков. — Информ. бюл. „Биол.внутр.вод“, 1976, № 32, с.50–53.

2. К о з л о в с к а я В.И. Токсичность фосфорорганических инсектицидов (фозалона, цидиала, гардона) при применении против капустной совки (*Mamestra Brassicae* L.) в связи с их действием на некоторые физиологические функции насекомого. - Автореф. канд. дис., Л., 1972. 23 с.
3. О'Б р а й н Р. Токсические эфиры кислот фосфора. М., 1964. 631 с.
4. С у н д у к о в О.В. Особенности инсектицидного действия фосфорорганических соединений. - Энтомол. обозр., 1972, т.51, вып.3, с.561-572.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.114.7

Ю.М. Л е б е д е в

К АНАЛИЗУ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДОТОКЕ, ПОКРЫТОМ ЛЬДОМ

Зимние заморы, возникающие в водотоках и водоемах в результате потребления кислорода на окисление органического вещества, вызывают ухудшение качества воды, а недостаток кислорода приводит к массовой гибели рыб. Особенно велик экономический ущерб от потери ценных пород рыб, зимующих в русле Амура (осетровые и сазан). По данным М.В. Подушко [3], в результате зимнего замора количество погибших сазанов на отдельных участках берега после весеннего ледохода 1971 г. доходило до 200 экз. на 500 погонных метров. [Причем преобладали сазаны старших возрастных групп размером 45-50 см. Хотя непосредственной гибели осетровых рыб в Амуре не наблюдалось, однако в годы с неблагоприятным кислородным режимом они образуют мощные скопления на участках впадения в Амур притоков, более богатых кислородом, что создает условия для массового браконьерского лова.

Заморы в различных водотоках имеют разный генезис. Так, хорошо известны ежегодные заморы на Оби, возникающие в результате преобладания в конце зимы питания болотными водами, богатыми органическим веществом. В Амуре регулярные заморы начали наблюдаться с 1964 г. [3], причины которых до сих пор остаются неясными.

Обзор современных тенденций и направлений в исследовании кислородного режима водотоков приведен в работах 70-х годов [1, 2].

В марте 1978 и 1979 гг. обследовался кислородный режим Нижнего Амура. Содержание кислорода измерялось свинцово-серебряным датчиком с головкой М206. Температура воды в 1978 г. фиксирова-

лась термометром сопротивления в сочетании с мостом МО-60, в 1979 г. – терморезистором ММТ-6. Величина шунта для кислородного датчика подбиралась путем коррекции его показаний при насыщении воды кислородом в строго фиксируемых температурных условиях в ультратермостате И-10. Расчеты концентрации кислорода велись по формуле, выведенной на основании номограммы, изготовленной в Проблемной лаборатории геологического факультета МГУ по охране геологической среды:

$$C = (0.2327 E - 0.019) / 0.4291^{0.0905t - 0.00057t^2},$$

где C – концентрация кислорода, мг O_2 /л, E – сигнал датчика, мка, t – температура.

Падение содержания кислорода в течение зимы идет постепенно, интенсивность этого процесса связана с внутриусловными процессами (см. таблицу), а не является, как считает М. В. Подушко [3], „выталкиванием“ в русло Амура весенними паводками деоксигенированных вод крупных пойменных озер. На участке Старого Амура от Халанской протоки до пос. Дуди и далее по руслу Амура до пос. Больше-Михайловское продольное распределение кислорода имело типичный вид „кривых кислородного прогиба“. Если в летних условиях такие кривые возникают в связи с изменением отношений между величинами деструкции органического вещества и атмосферной и фотосинтетической аэрацией, то зимой подобное явление связано с подпиткой русла грунтовыми водами в случае, если содержание кислорода в них выше, чем в воде русла. Способы анализа „кривых кислородного прогиба“ для летних условий описаны достаточно хорошо [4, 5]. Для водотоков, покрытых льдом, такая картина продольного распределения кислорода, насколько нам известно, в литературе не отмечена. В связи с этим попытка расчета интенсивности трансформации органического вещества по „кривой кислородного прогиба“ представляет значительный теоретический и практический интерес.

Пусть концентрация кислорода измерена вдоль водотока в p точках ($p = 1, 2, \dots, n$). Принимая, что скорость распада органического вещества подчиняется мономолекулярному закону, а фотосинтез подо льдом, покрытым снегом, отсутствует, можно записать:

$$\begin{cases} \frac{dD_1}{dl} = K_1 L_1 - K_2 (C_p - C_1), \\ \frac{dD_i}{dl} = K_1 L_i - K_2 (C_p - C_i), \\ \frac{dD_n}{dl} = K_1 L_n - K_2 (C_p - C_n), \end{cases} \quad (2)$$

Сравнение фактического и расчетного содержания кислорода
в р. Амур в марте 1978 и 1979 гг., мг O_2 /л

	Номера точек				
	1	2	3	4	5
1978 г.					
Расстояние между точками, км	25.5	9	42.5	16	
O_2 наблюдаемый	2.18	2.00	2.13	2.84	3.00
O_2 расчетный	2.17	2.11	2.17	2.78	3.06
1979 г.					
Расстояние между точками, км	13.7	10.0	15.0	35.0	
O_2 наблюдаемый	5.62	4.60	4.38	4.27	4.65
O_2 расчетный	5.62	4.48	4.26	4.24	4.80

или

$$\begin{cases} \frac{dD_1}{dl} = K_1 L_1 - K_2 (C_p - C_1), \\ \frac{dD_i}{dl} = K_1 L_1 l^{-K_1 l_i} - K_2 (C_p - C_i), \\ \frac{dD_n}{dl} = K_1 L_1 l^{-K_1 l_n} - K_2 (C_p - C_n), \end{cases} \quad (2a)$$

где D_i - разница между концентрациями кислорода в грунтовых водах и в воде основного русла в i -й точке, мг O_2 /л, l_i - расстояние i -й точки исследуемого участка от начальной точки, км, K_1 - константа скорости распада органического вещества, км $^{-1}$, L_i - полное БПК в i -й точке, мг O_2 /л, K_2 - доля грунтовых вод, поступающих в русло на единицу расстояния, км $^{-1}$, C_p - концентрация кислорода в грунтовых водах, мг O_2 /л, C_i - концентрация кислорода в русле в i -й точке, мг O_2 /л.

При $p \geq 3$ системы (2^a) можно определить K_1, L_1, K_2 . Следует отметить, что система (2^a) включает трансцендентные уравнения и не является строго совместной, поскольку включает численные значения, полученные эмпирическим путем. Поэтому ее решение представляет определенные трудности. Эта сторона вопроса относится к технике составления программ для ЭВМ, и останавливаться на ней здесь нет смысла. Содержание кислорода в грунтовых водах, определенное в местах их выхода на дневную поверхность, в 1978 г. было равно 6.8 мг O_2 /л, в 1979 - 7.5 мг O_2 /л. Для условий 1978 г.

получены следующие результаты: $K_1 = 0.0068 \text{ км}^{-1}$, $K_2 = 0.0192 \text{ км}^{-1}$, $L_1 = 16.236 \text{ мг О}_2/\text{л}$, для 1979 г. - $K_1 = 0.0068 \text{ км}^{-1}$, $K_2 = 0.0533 \text{ км}^{-1}$, $L_1 = 32.286 \text{ мг О}_2/\text{л}$. Сравнение фактических и расчетных профилей концентрации кислорода дано в таблице.

Обращает на себя внимание тот факт, что, несмотря на различие уровня нагрузки речной воды органическим веществом в 2 раза, константа скорости его распада в оба года осталась идентичной, что свидетельствует о сходном генезисе органического вещества. Относительная маловодность Амура зимой 1979 г. по сравнению с 1978 г. проявилась, как и следовало ожидать, в возрастании величины БПК. Более высокое полное БПК в 1979 г. связано, по-видимому, с меньшим разбавлением органического вещества, тем или иным путем попадающего в воду. Если принять, что скорость течения зимой в Амуре на исследованном участке близка к 0.2 м/с , то $K_1 - 0.0068 \text{ км}^{-1}$ соответствует $K_1 - 0.118 \text{ сутки}^{-1}$, что хорошо совпадает с известными данными.

Л и т е р а т у р а

1. Айзатуллин Т.А., Лебедев Ю. М. Моделирование трансформации органических загрязнений в экосистемах и самоочищения водотоков и водоемов. - В кн.: Итоги науки. Общая экология, биоценология, гидробиология. М., 1977, т.4, с.8-74.
2. Лебедев Ю.М. и др. Расчет интенсивности трансформации органического вещества в водотоке с неустановившимся режимом. - В кн.: Гидробиология бассейна Амура. Владивосток, 1978, с.3-22.
3. Подушко М.В. О заморных явлениях на Нижнем Амуре. - В кн.: Вопросы эволюции ландшафтов Дальнего Востока. Хабаровск, 1973, с.311-315.
4. K o i v o D.I., P h i l l i p s G.R. On determination of BOD and parameters in polluted stream models from DO measurements only. - Water Resour. Res., 1972, vol.8, N 2, p.478-486.
5. L i W.H. Unsteady dissolved oxygen sag in stream. - J. Sanit. Eng. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng., 1962, vol.88, p.312-321.

Хабаровский
комплексный НИИ ДВНЦ АН СССР

Ю. В. Л а р и о н о в

ЛЕГКОГИДРОЛИЗУЕМЫЕ ФРАКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ВО ВЗВЕСЯХ ОЗЕР РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ТРОФИИ

С. А. Ваксман [3] и И. В. Тюрин [13] показали, что в основе разложения легкоусвояемых органических веществ почвы лежат ферментативные процессы гидролиза. Поэтому для анализа органического вещества в почве они применили метод кислотного гидролиза, при котором оно расщепляется как и при деятельности ферментов. Этот метод вошел в широкую практику и при изучении органических веществ донных отложений водоемов [4, 6, 7, 9-12]. В большинстве озер легкоусвояемые органические фракции в иловых отложениях составляют 15-20%, легкоусвояемые азотсодержащие - 25-30% от общего их содержания. Наиболее трудноокисляемыми оказались вещества из грунтов торфяных карьеров. Для фитомикробентоса отмечена даже прямая пропорциональная зависимость нарастания его биомассы от содержания в грунтах биохимически малоустойчивых соединений - веществ гидролизата [5,9]. Состав органического вещества грунтов определяется и общей продуктивностью водоемов [11].

Можно полагать, что легкогидролизуемые составляющие являются весьма ценной характеристикой органического вещества не только донных отложений, но и взвесей их образующих.

Анализ взвесей производили по схеме И. В. Тюрина [13]. Сухое вещество, выделенное путем фильтрации на порошке двуокиси кремния [8], в количестве 10 мг помещали в пробирку с притертой пробкой и добавляли 5 мл 1.0н. H_2SO_4 . Смесь нагревали в течение 5 ч на кипящей водяной бане. Затем в пробирку приливали 5 мл бидистиллированной воды, тщательно перемешивали и по 2 мл суспензии фильтровали через мембранный фильтр № 2 с нанесенным слоем двуокиси кремния. Осадок на фильтре промывали небольшими порциями бидистиллированной воды до отрицательной реакции на SO_4^{2-} . В осадке определяли органический углерод и азот [1]. Легкогидролизуемые их фракции находили по разнице до и после гидролиза.

Результаты анализов свидетельствуют о значительной изменчивости рассматриваемых показателей от озера к озеру и по сезонам года (табл. 1). Среднее за период наблюдений содержание легкогидролизуемого органического вещества по весу углерода и азота во взвесах соответственно составляло 25 и 28% в дистрофном оз. Большое, 28 и 37% в мезотрофном оз. Плещеево, 39 и 50% в высокоевтрофном оз. Неро, т.е. с увеличением степени трофии озер возрастает и лабильная фракция органического вещества взвесей. Обращает на себя внимание и более высокое содержание гидролизуемого азота по сравнению с гидролизуемыми безазотистыми фракциями, которое возрастает с трофностью водоемов. Если в оз. Большое оно

Т а б л и ц а 1

Органический углерод, органический азот и их легкогидролизуемые фракции
во взвесах озер разной степени трофии

Дата	Оз. Большое				Оз. Плещеево				Оз. Неро			
	С орг, мг/л	С гидр, мг/л	N орг, мг/л	N гидр, мг/л	С орг, мг/л	С гидр, мг/л	N орг, мг/л	N гидр, мг/л	С орг, мг/л	С гидр, мг/л	N орг, мг/л	N гидр, мг/л
1972 г.												
Август	0.98	0.26	0.045	0.009	-	-	-	-	8.70	3.40	0.78	0.37
Октябрь	1.32	0.40	0.069	0.031	1.10	0.46	0.091	0.049	10.50	4.40	0.84	0.47
Декабрь	1.66	0.40	0.046	0.013	0.36	0.10	0.030	0.012	4.25	1.83	0.40	0.19
1973 г.												
Апрель	0.66	0.06	0.016	0.002	0.40	0.05	0.022	0.004	3.10	0.72	0.36	0.13
Июнь	2.42	1.10	0.130	0.079	0.94	0.31	0.070	0.032	8.76	4.38	0.72	0.37
Август	0.96	0.19	0.048	0.011	2.04	0.43	0.132	0.065	11.40	5.36	1.10	0.55
Октябрь	2.27	0.99	0.089	0.043	0.96	0.37	0.084	0.053	3.24	1.75	0.36	0.26
Декабрь	1.08	0.15	0.031	0.003	1.02	0.10	0.064	0.004	2.94	0.94	0.24	0.11

Т а б л и ц а 2

Органический углерод, органический азот и их легкогидролизуемые фракции во взвесах озер Онежское, Ладожское, Кубенское (август 1972 г.)

Озеро	C _{орг} , мг/л	C _{гидр} , мг/л	N _{орг} , мг/л	N _{гидр} , мг/л
Онежское	0.43	0.14	0.026	0.010
Ладожское	0.59	0.26	0.056	0.041
Кубенское	5.10	1.38	0.352	0.130

превышает содержание гидролизуемых углеродистых веществ в среднем на 11%, то в озерах Плещеево и Неро – уже на 22–24%. Соответственно возрастают и величины отношения C/N во взвесах после гидролиза. Отметим, что в случае преобладания фитопланктона во взвесах оз.Большого гидролизат имел коричневую окраску, которая обычно наблюдается при гидролизе гумусовых соединений.

Сезонные колебания в содержании лабильных фракций органического вещества во взвесах озер определяются не только количеством фитопланктона, но и природой детрита в случаях его преобладания во взвесах. В периоды максимального развития водорослей гидролизуемые фракции углеродистых полимеров и азота достигали соответственно 44 и 48% в оз.Большое, 42 и 48% в оз.Плещеево, 54 и 66% в оз.Неро. Близкие величины были получены Б.А.Скопinceвым в смешанном планктоне [10]. Как видно, наиболее легко гидролизуется органическое вещество фитопланктона, которого много в оз. Неро. Детрит и торфянистые частицы, преобладающие зимой во взвесах озер Плещеево и Большое, подвергаются гидролизу значительно труднее. Это подтверждают и результаты разложения микроорганизмами гумусовых веществ [2].

Сравнивая наши данные с приведенными ранее результатами других авторов по анализу грунтов водоемов, можно отметить, что азот и углерод в органических взвесах отличаются большей подвижностью, чем в донных отложениях. Во взвесах, богатых фитопланктоном, лабильная фракция органического вещества составляет 40–70% от общего его содержания. Это характерно для всех исследованных озер, в том числе Онежского, Ладожского, Кубенского (табл. 2) в периоды их "цветения". Органическое вещество детрита, составляющего основную массу взвесей в озерах (кроме высокеевтрофного оз.Неро), гидролизуются на 10–25%, что соответствует приведенным выше данным по донным отложениям многих озер.

1. А л е к и н О.А., С е м е н о в А.Д., С к о п и н ц е в Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973, 270 с.
2. Б а г н ю к В.М. Микробиальная деструкция гумуса в донных отложениях водохранилища. – В кн.: Киевское водохранилище. Киев, 1972, с.270–278.
3. В а к с м а н С.А. Гумус. М., 1937. 461 с.
4. В ы х р и с т ю к Л.А., Л а з о Ф. И. Легкогидролизуемые органические вещества в донных отложениях оз. Байкал. – Изв. Сибир. отд-ния АН СССР, сер. биол., 1972, № 2, с.59–63.
5. Г у р в и ч В.В., Н а х ш и н а Е.П., П а л а м а р ч у к И.К. Развитие микро- и мезобентоса в зависимости от состава грунтов. – Гидробиол. ж., 1972, т.8, № 4, с.27–34.
6. К о н ш и н В.Д. Формы азота в озерных иловых отложениях. – Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1939, № 22, с.105–114.
7. К у з н е ц о в С.И., С п е р а н с к а я Т.А., К о н ш и н В.Д. Состав органического вещества в иловых отложениях различных озер. – Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1939, № 22, с.75–104.
8. Л а р и о н о в Ю.В., С к о п и н ц е в Б.А. Выделение взвешенного вещества из природных вод для исследования органической фракции. – Гидрохим.матер., 1974, т.60, с.192–195.
9. П а л а м а р ч у к И.К., Б а с с Я.И. О составе органического вещества донных отложений Днепра. – Гидробиол. ж., 1973, № 3, с.37–43.
10. С к о п и н ц е в Б. А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус). – Тр. Гос.океаногр. ин-та, 1950, вып.17 (29). 290 с.
11. С к о р и к Л.В. и др. Органическое вещество грунтов Киевского водохранилища и его роль в развитии бентических водорослей. – Гидробиол. ж., 1972, т.8, № 4, с.82–86.
12. С о р с к и н Ю.И. Микрофлора и химический состав грунтов Рыбинского водохранилища. – Тр. Биол. ст. „Борок“, 1958, вып.3, с.89–109.
13. Т ю р и н И. В. К вопросу о методике изучения органического вещества почвы в биохимическом отношении. – Тр. Почв. ин-та им. Докучаева, 1934, т.10, вып.4, с.27–37.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А.Н.Б у т о р и н

О МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ
ГЕТЕРОТРОФНОЙ МИКРОФЛОРЫ
ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ИЛА

В общей толще иловых отложений наиболее продуктивным является поверхностный слой в несколько миллиметров [1]. В нем обитает огромное количество микроорганизмов, животных, растений и происходят основные процессы минерализации органических веществ под воздействием гетеротрофной микрофлоры. Количество бактерий и их активность, очевидно, зависят от типа и характера грунта.

С целью проверки данного предположения мы провели серию опытов по определению активности микрофлоры поверхностного слоя различных илов с применением ^{14}C -гидролизата белка, легко утилизируемого микроорганизмами.

Грунт отбирали дночерпателем Экмана-Берджи на 7 станциях Рыбинского водохранилища, 2 станциях Шекснинского и 2 станциях оз. Белое Вологодской области. Для опытов использовался наилкок. В полевых условиях его выбирали непосредственно из дночерпателя и аккуратно переносили в пенициллиновые склянки. Грунт, доставленный в лабораторию, отстаивали в течение некоторого времени в эксикаторах с водой для образования наилка. Опыты проводились в полевых условиях на судне и в лаборатории.

Схема каждого отдельного опыта была следующей: в 2 склянки наливали по 9,5 мл воды, принесенной из водоема непосредственно перед опытом. В одну из склянок вносили 0,5 мл ила, отобранного пипеткой таким образом, чтобы попало минимальное количество воды. В каждую склянку вносили по 0,5 мл меченого гидролизата белка с активностью $2,6 \cdot 10^6$ имп/мин (110 мкг С в 1 мл), после чего склянки энергично встряхивали. Через 0,10,20,30,60,120 мин от начала эксперимента из каждой склянки отбирали пипеткой пробу объемом 0,5 мл и фильтровали ее через мембранный фильтр № 3. Для удаления непоглощенного микроорганизмами меченого субстрата фильтры промывали 3 порциями 0,1%-ного раствора NaCl по 5 мл каждая. После этого их помещали на фильтровальную бумагу в чашки Петри и сушили на воздухе при комнатной температуре. Подсчет импульсов производили под торцовым счетчиком Гейгера-Мюллера.

Одновременно определяли влажность и зольность илов. Сырые навески ила, взвешенные на аналитических весах, высушивали в термостате при температуре 101° до постоянного веса, а затем прокаливали в муфельной печи также до постоянного веса. Наиболее богаты органическим веществом илы Рыбинского водохранилища (см. таблицу), наименее — в центре оз. Белое. Влажность почти всех исследуемых илов большая. Некоторое исключение составляют илы Рыбинского водохранилища в районе Измайлова и Шекснинского у Горицы (см. таблицу).

Характеристика илов ряда водоемов Волго-Балтийской
водной системы

Водоем	Станция	Влажность на 1 г сырого ила, %	Зольность, %
Рыбинское во- дохранилище	Молога	74.6	68.5
	Наволоч	86.3	81.2
	Средний Двор	87.5	64.8
	Бор-Дорки	86.6	81.2
	Измайлово	57.0	94.8
	Мякса	89.7	59.9
	Кондоша	67.0	89.7
Шекснинское водохранилище	Аристово	87.6	77.8
	Горицы	58.8	91.5
Оз. Белое	Белое (центр)	75.0	95.9
	Усть-Ковжа	83.8	92.7

Количество потребляемого меченого субстрата во всех опытах возрастает почти пропорционально времени их экспозиции. Максимальное потребление ^{14}C наблюдалось после 2-часовой выдержки склянок в лабораторных и полевых условиях.

В лабораторном эксперименте наибольшая активность микрофлоры отмечена в илах со ст. Молога и Наволоч в Рыбинском водохранилище. Потребление меченого субстрата здесь составило после 2-часовой экспозиции 0.34% от первоначально внесенного количества. Наименьшая активность иловой микрофлоры обнаружена на ст. Бор-Дорки – 0.12% поглощенного меченого субстрата (рис.1).

В полевых условиях было установлено, что наибольшей активностью обладает микрофлора поверхностного слоя ила со ст. Горицы и Усть-Ковжа Шекснинского водохранилища. Потребление меченого субстрата составило здесь 0.27% от внесенного количества. На ст. Кондоша, оз. Белое и Мякса активность микрофлоры была несколько ниже – 0.25, 0.24, 0.23% соответственно. Наименьшую активность микрофлоры наблюдали на ст. Аристово, где потребление субстрата не превышает 0.19% (рис.2).

Ни в лабораторном, ни в полевом эксперименте не удалось выявить четкую зависимость между активностью микрофлоры и зольностью ила. По всей видимости, активность микроорганизмов зависит в большей степени от качественного состава органического вещества, чем от его количества.

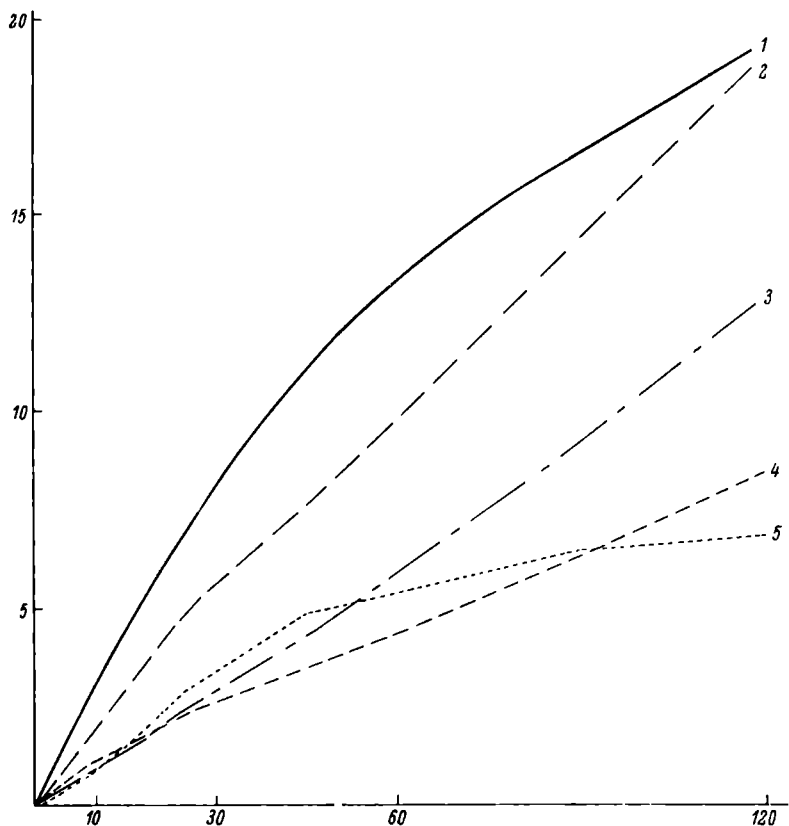


Рис. 1. Динамика потребления ^{14}C микрофлорой поверхностного слоя илов Рыбинского водохранилища.

1 - Молога, 2 - Наволок, 3 - Средний Двор, 4 - Бор-Дорки, 5 - Измайлово. По оси ординат - гидролизат белка, мкг ^{14}C (x100); по оси абсцисс - время, мин.

Одинаковый характер потребления меченого субстрата микрофлорой илов в лабораторных и полевых экспериментах свидетельствует о пригодности данного метода для работы в любых условиях. Он прост, удобен и позволяет быстро получить результат.

Л и т е р а т у р а

1. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. Л., 1970. 439 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

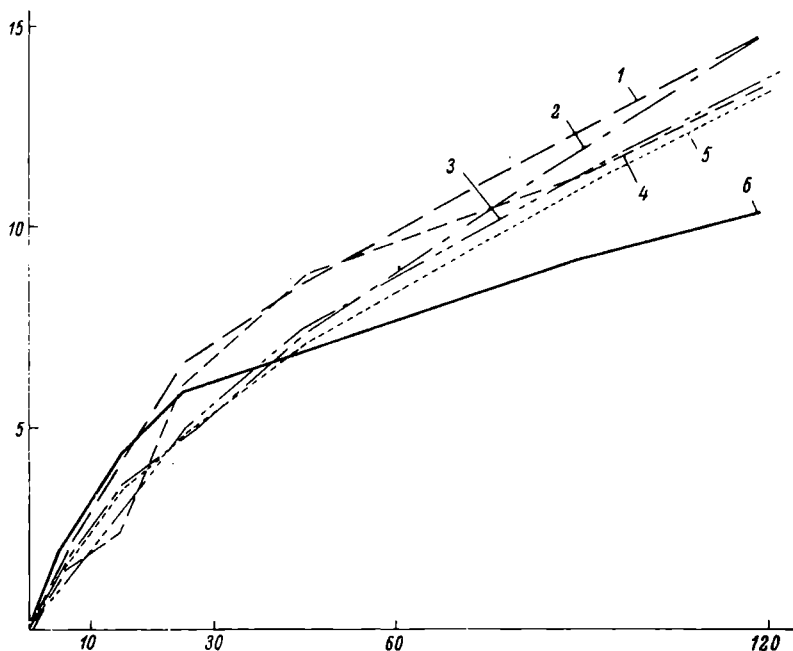


Рис. 2. Активность микрофлоры поверхностного слоя илов Рыбинского и Шекснинского водохранилищ.

1 - Горицы, 2 - Усть-Ковжа, 3 - Кондоша, 4 - оз. Белое (центр), 5 - Мягса, 6 - Аристово. По оси ординат - гидролизат белка, мкг ^{14}C ($\times 100$); по оси абсцисс - время, мин.

УДК 576.809.3

Т. М. Тимак ова, В. И. Роман енко

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ МИКРОФЛОРЫ ВОДЫ К РАЗРУШЕНИЮ КЛЕТЧАТКИ

До настоящего времени нет методов прямого определения интенсивности разрушения находящейся в водоемах клетчатки. Косвенно об активности клетчатковых бактерий судят по убыли навесок фильтровальной бумаги после нескольких дней или недель экспонирования ее в водоеме или изолированных пробах воды [1]. Недостаток указанного метода - малая чувствительность и плохая воспроизводимость. Кроме того, под действием бактерий бумага разрушается, из нее освобождаются отдельные волокна и часть их теряется во время промывки и высушивания. Некоторые авторы об активности целлюлозоразрушающих бактерий судили по потере прочности хлопчатобумажных нитей [3].

Т а б л и ц а 1

Количество миллилитров 0.19 N тиосульфата,
пошедшего на титрование иода

Условия	Количество параллельных анализов	Осредненный результат, мл
Контроль	6	3.82
Опыт	6	3.78

Т а б л и ц а 2

Потребление кислорода микрофлорой воды
в экспериментах с клетчаткой, мг O_2 /л

Условие	1-е сут- ки	3-и сут- ки	5-е сут- ки	Всред- нем за 1 сутки	Разрушено клетчатки, % от внесенно- го количе- ства
Контроль (чистая вода)	0.12	0.42	0.59	0.15	0
Вода с клетчаткой (минус контроль)	0.73	0.89	4.02	0.81	0.7
Вода с клетчаткой, за- раженная обогащенной культурой	4.48	8.38	-	3.63	3.4

Нами был разработан метод определения потенциальной способности микрофлоры воды к окислению клетчатки по потреблению кислорода на дыхание с определением его по известному способу Винклера. В общих чертах он соответствует способу анализа активности микрофлоры к окислению болотного газа [2].

Первоначально было выяснено – может ли иод потребляться клетчаткой, так как в этом случае иодометрический метод, на котором основано определение кислорода по Винклеру, нельзя использовать. Для этого в сосуды с водой и клетчаткой вносили заведомо известное количество раствора иода, контролем служили пробы без клетчатки. Оказалось, что в опыте и контроле при титровании подкисленных проб тиосульфатом были получены идентичные результаты (табл.1). Разница колеблется в пределах ошибки титрования – 0.04мл.

Из этого следует, что иодометрическое титрование может быть использовано в данном случае.

Для определения потенциальной способности микрофлоры к окислению клетчатки вода из Рыбинского водохранилища отбиралась зимой и с помощью сифона разливалась в 20 склянок, в которые были внесены кусочки стерильной, предварительно промытой и высушенной фильтрованной бумаги размером 1 x 15 см около 100 мг на 10 мл. Часть склянок, наполненных только водой, служила контролем. В воде определялось исходное количество кислорода, а также через 1, 3, 5 суток после инкубирования в темноте. Уже через сутки (табл. 2) в пробах с клетчаткой наблюдалось более интенсивное потребление кислорода — в 7–8 раз. Параллельно часть проб воды была заражена незначительной порцией обогатительной культуры клетчатковых бактерий. В этом случае потребление кислорода резко возросло. В течение первых нескольких дней клетчатка разрушается пропорционально времени инкубирования. В среднем за 1 сутки разрушается 0.7% от внесенного количества фильтрованной бумаги. Чувствительность метода достаточно высокая. При увеличении количества специфических бактерий в среде процесс явно усиливается.

Таким образом, описанный способ определения потенциальной способности микрофлоры воды в водоемах к разрушению клетчатки может быть использован для определения относительной скорости использования ее микрофлорой. Для стандартизации условий мы предлагаем вносить в испытуемые пробы по 100 мг сухой, предварительно промытой и простерилизованной фильтровальной бумаги на 100 мл воды, что соответствует 40 мг С. Вероятно, в подавляющем большинстве случаев достаточно пробы воды инкубировать в течение 1 суток.

Л и т е р а т у р а

1. А к и м о в В. А. Изучение процессов распада органического вещества в рыбоводных прудах при внесении минеральных удобрений. — Автореф. канд. дис., М., 1967. 22 с.
2. К у з н е ц о в С. И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. М. 299 с.
3. V ä ä t ä n e n P., S u n d q u i s t J. Microbial cellulolytic activity of the brackish water in the Tvärminne area, Northern Baltic Sea. — Int. Rev. ges. Hydrobiol., 1977, vol. 62, N 6, p. 797–804.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. Н. К а с ь я н о в, М. М. С м е т а н и н

К АНАЛИЗУ СКЛЕРИТНЫХ РЯДОВ ЧЕШУИ СУДАКА
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

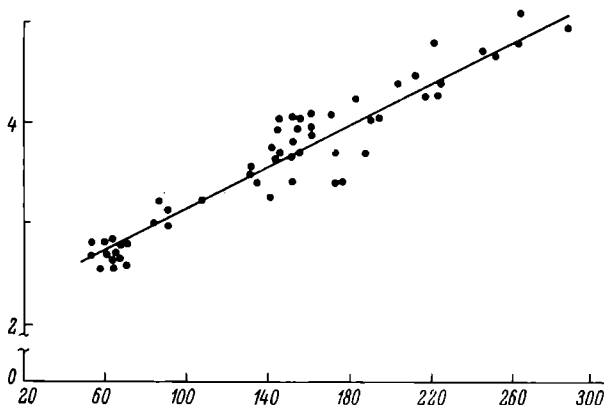
Судак – один из наиболее ценных промысловых видов рыб Рыбинского водохранилища. К настоящему времени имеются достаточно подробные сведения о многих чертах жизненного цикла этого вида [1, 2, 5, 6, 8]. Гораздо менее исследованы особенности сезонного роста судака.

Изучение внутрисезонных вариаций линейного и весового роста предполагает частые отловы рыб, что затруднительно. В определенной степени эти трудности устраняются при анализе регистрирующих структур, среди которых важное значение имеет чешуя [7].

Использование микрофотометра позволяет регистрировать изменение оптической плотности чешуи вдоль ее радиуса. Судак имеет ктеноидную чешую. При микрофотометрировании использовался передний сектор. Это вызвано тем, что в отличие от циклоидной чешуи у ктеноидной в боковом радиусе наблюдается сильное выклинивание склеритов. Задний сектор неудобен потому, что склеритная структура в нем отсутствует. Оцифровкой микрофотограмм достигается получение масштабно увеличенных расстояний между склеритами, в которых заключена информация о росте.

Задача настоящего сообщения – оценка степени нестационарности, выявление и интерпретация частотной структуры относительно стационарных рядов чешуи судака Рыбинского водохранилища. Чешуя собрана во время стандартного ихтиологического рейса в травовых уловах в период с 31 августа по 13 сентября 1978 г. Микрофотометрия ее и оцифровка графиков производились по ранее использованной методике [7]. Всего проанализировано 60 склеритных рядов чешуи особей, имеющих длину тела от 167 до 662 мм. Были условно выделены 3 размерные группы: мелкие (длина тела от 100 до 250 мм), средние (от 250 до 400 мм), крупные (свыше 400 мм). Оценка нестационарности склеритных рядов проводилась с помощью визуального анализа и информационной статистики L_3 [9]. В результате выяснилось, что степень нестационарности имеет тенденцию повышения с увеличением длины ряда (см. рисунок), причем по критерию Г. А. Сергеева и Д. А. Янутша [9] относительно стационарный рост наблюдается только у 15 особей первой размерной группы. Визуальный анализ чешуи и отолитов показал, что 9 из них имеют возраст 1+, а 6 – 2+.

Особое значение стационарных в широком смысле процессов заключается в том, что они могут быть представлены в виде суммы простейших кривых – синусоид с различными периодами, амплитудами, фазами. Для выявления частотной структуры относительно стационарных склеритных рядов использовался спектрально-корреляцион-



Зависимость степени нестационарности от длины склеритных рядов.

По оси ординат – значения информационной статистики L_3 , отн.ед.; по оси абсцисс – число склеритов в радиусе чешуи.

ный анализ и периодограммный анализ. Наличие достоверных циклическостей с периодами T_i ($i = 1 + K$) в данном случае свидетельствует о том, что в склеритной структуре чешуи через T_i склеритов наблюдается некоторое соответствие в повторяемости характера изменений межсклеритных промежутков. Определив визуально возраст (t) судака и зная число склеритов чешуи (h), можно дать временную интерпретацию этих периодов по формуле:

$$Q_i = \frac{t \cdot T_i}{h}.$$

Выяснилось, что у большинства (12 из 15) исследованных особей с относительно стационарным типом роста наиболее мощные циклы имеют периоды 4–6 и 2 месяца.

Волнообразные изменения межсклеритных промежутков наблюдались Е.А. Вагановым [3] при анализе сезонного роста омуля, щуки, сибирской плотвы и других видов рыб. В.П. Васильков [4], используя аналогичную методику, выявил целый набор достоверных циклическостей с периодом меньше полугодия в склеритных рядах чешуи новозеландского джакаса. Панелла [10] у 50 видов рыб умеренных и тропических широт выделил месячную и двухмесячные периодичности. Кроме того, он описал даже суточные слои на отолитах, отмечая нарушение с возрастом рыбы соответствия между числом этих слоев и дней в году. Несомненно, что наличие циклическостей в склеритных рядах обусловлено влиянием целого комплекса причин, среди которых для судака большое значение имеют изменения питания и вариации температуры.

Так, по данным Г.П.Романовой [8], у судака Рыбинского водохранилища существуют 2 периода интенсивного питания – весной (с марта по май) и во второй половине лета (с августа по октябрь). Спад степени накормленности судака к июню она объясняет тем, что годовики рыб, которые могли бы служить объектом охоты судака, в это время держатся в таких местах и в таких концентрациях, что мало удовлетворяют его потребностям, а сеголетки еще не скатились с нерестилищ. Такие же 2 пика в интенсивности питания судака отмечены М.Н.Ивановой [6] на следующем этапе формирования водохранилища.

Анализ температурного режима поверхностного слоя воды Рыбинского водохранилища за 1976–1978 гг. показал наличие внутрисезонных перепадов температуры, которые в сочетании с другими факторами также могли быть возможной причиной волнообразного хода склеритных рядов.

Параметры выделенных циклов сезонного роста представляют самостоятельный интерес и дают дополнительную информацию об особенностях роста рыб в местах их обитания.

Л и т е р а т у р а

1. Б а р с у к о в В.В. Возрастной состав стада и темп роста судака Рыбинского водохранилища. – Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, вып.1(4), с.188–210.
2. Б а р с у к о в В.В. О зависимости темпа роста рыб от числа особей в поколениях. – Бюл.Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1961, № 11, с.37–41.
3. В а г а н о в Е.А. Склеритограммы как метод анализа сезонного роста рыб. Новосибирск, 1978. 137 с.
4. В а с и л ь к о в В.П. Регистрационные свойства чешуи новозеландского джакаса *Cheilodactylus macropterus* (Bloch et Schneider) и их использование для получения информации о ритмах роста. – Вопр. ихтиол., 1977, т.17, вып.3(104), с.429–437.
5. В о в к Ф.И., М о и с е е в М.И. Темп роста сеголетков судака и леща Рыбинского водохранилища. – Тр.Биол.ст.„Борок“, 1958, вып.3, с.321–340.
6. И в а н о в а М.Н. Сезонные изменения в питании хищных рыб Рыбинского водохранилища. – Вопр. ихтиол., 1965, т.5, вып.1(34), с.127–134.
7. П о д д у б н ы й А.Г., Г о н ч а р о в А.И., С м е т а н и н М.М. Спектрально-корреляционный метод определения возраста и изучение роста рыб с циклоидной чешуей. – В кн.: Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс, 1976, ч.2, с.38–45.
8. Р о м а н о в а Г.П. Питание судака Рыбинского водохранилища. – Тр. биол. ст. „Борок“, 1955, вып.2, с.307–326.

9. С е р г е е в Г.А., Я н у т ш Д.А. Статистические методы исследования природных объектов. Л., 1973. 300 с.
10. P a n e l l a G. Otolith growth patterns as an aid in age determination in temperate and tropical fishes.
- In: Ageing of fish. Proc. Sympos. Reading., 1973, p.28-39.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ИНФОРМАЦИИ

Микробиологические исследования на водохранилищах Кубы в 1978 г. (В.И.Романенко)	3
Основные результаты научно-исследовательских работ по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биологических ресурсов водоемов за 1979 г. (Н.В.Буторин)	5

СООБЩЕНИЯ

В.И.Романенко, М.Перес Ейрис, М.Аврора Пубиенес. Обнаружение кристаллов карбоната кальция в бактериальных клетках	9
А.Г.Охапкии. Фитопланктон Оки в 1978 г.	11
В.Н.Максимов, Ю.В.Панасенков. Суточная динамика потребления $^{14}\text{CO}_2$ естественной популяцией фитопланктона пелагиали Байкала	16
И.С.Трифонов. Содержание хлорофилла и феопигментов в фитопланктоне Ладожского озера в 1975-1976 гг. . .	19
С.И.Генкал, В.А.Елизарова. Об особенностях структуры панциря диатомовой водоросли из сем. <i>Thalassiosiraceae</i> в культуре	23
Н.И.Ширкина. К биологии бесцветного жгутиконосца <i>Thaumatomonas lauterborni</i> De Saedeleer, 1931 (<i>Zoomastigoforea</i> Calkins; Protozoa)	25
Т.И.Добрынина. Пост <i>Cyclops vicinus</i> Uljan. и <i>Eucyclops serrulatus</i> Fisch. (Copepoda, Cyclopoida) на различных видах пищи	29
В.М.Володин, А.П.Стрельникова. Влияние резорбции на качество потомства, рождающегося из икры новой генерации, у леща Рыбинского водохранилища	32
Т.С.Житенева, Л.Н.Стрижникова. Питание леща на разных биотопах Рыбинского водохранилища. III ..	36
С.Н.Половкова, В.В.Халько. О питании сеголетков судака в Рыбинском водохранилище	39

Т.И.Ж а р и к о в а, Б.А.Ф л е р о в. Влияние хлорофоса на восприимчивость рыб к инвазии видами рода <i>Dactylogyrus</i> Diesing, 1850	43
В.И.К о з л о в с к а я, Т.В.В о л к о в а. О совместном действии полихлорпинена и хлорофоса на <i>Limnaea stagnalis</i> (Gastropoda)	47
Ю.М.Л е б е д е в. К анализу интенсивности трансформации органического вещества в водотоке, покрытом льдом . . .	51
Ю.В.Л а р и о н о в. Легкогидролизуемые фракции органического вещества во взвесах озер разной степени трофии . . .	55
А.Н.Б у т о р и н. О методе определения активности гетеротрофной микрофлоры поверхностного слоя ила	59
Т.М.Т и м а к о в а, В.И.Р о м а н е н к о. Метод определения потенциальной способности микрофлоры воды к разрушению клетчатки	62
А.Н.К а с ь я н о в, М.М. С м е т а н и н. К анализу склеритных рядов чешуи судака Рыбинского водохранилища . . .	65

INFORMATIONS

Microbiological investigation on the Cuban reservoirs in 1978 (V.I. Romanenko)	3
Main results of research on some problems of hydrobiology, ichthyology and utilization of biological resources of waterbodies for 1979 (N.V. Butorin)	5

ARTICLES

V.I. Romanenko, M. Peres Eiris, M. Aurora Pubiens. Detection of calcium carbonate crystals in bacterial cells	9
A.G. Okhapkin. The phytoplankton of the river Oka during the high-water year of 1978	11
V.N. Maksimov, Yu.V. Panacenkova. The daily course of $^{14}\text{CO}_2$ consumption by natural phytoplankton population in the open part of Lake Baikal	16
I.S. Trifonova. Contents of chlorophyll and phaeopigments in Lake Ladoga phytoplankton in 1975-1976	19
S.I. Genkal, V.A. Elizarova. On peculiarities of frustule structure of a diatom from the family Thalassiosiraceae in culture	23
N.I. Shirkina. On biology of colourless flagellate <i>Thaumatomonas lauterborni</i> De Saedeleer, 1931 (<i>Zoomastigoforea</i> Calkins; Protozoa)	25
T.I. Dobrynina. The growth of <i>Cyclops vicinus</i> Uljan. and <i>Eucyclops serrulatus</i> Fish. (Copepoda, Cyclopoida) upon different kind of food	29
V.M. Volodin, A.P. Strelnikova. The influence of resorption upon the quality	

	Page
of progeny emerging from the eggs of new generation in bream of the Rybinsk reservoir . .	32
T.S. Z h i t e n e v a, L.N. S t r i z h n i k o v a. Feeding of bream in different biotops of the Rybinsk reservoir. III	36
S.N. P o l o v k o v a, V.V. H a l k o. On feeding of underyearlings of pike perch in the Rybinsk reservoir	39
T.I. Z h a r i k o v a, B.A. F l e r o v. The effect of Dylox on susceptibility of fish to Dactylogirus infestation.	43
V.I. K o z l o v s k a y a, T.V. V o l k o v a. On the combined effect of Dypterex and Dylox on Limnaea stagnalis (Gastropoda)	47
Yu. M. L e b e d e v. On analysis of organic matter transformation intensity in a water-flow covered by ice	51
Yu. V. L a r i o n o v. Easily hydrolized fractions of organic matter in suspended soils in lakes of various trophic state	55
A. N. B u t o r i n. On the method of determination of activity of heterotrophic microflora in the surface layer of mud	59
T. M. T i m a k o v a, V. I. R o m a n e n k o. A method of determination of potential ability of aquatic microflora to decompose cellulose . . .	62
A. N. K a s i y n o v, M. M. S m e t a n i n. On analysis of sclerite series of pike perch scales from the Rybinsk reservoir	65

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
Информационный бюллетень № 49

Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР

Редактор издательства Л. М. Маковская
Технический редактор Е. В. Полиектова
Корректор Г. М. Алымова

ИБ № 20080

Подписано к печати 02.12.80 г. М-21068. Формат 60 x 90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Печ. л. 4 1/2 = 4.50 усл. печ. л. - Уч.-
изд. л. 4.34. Тираж 950. Изд. № 7946. Тип. зак. № 1786. Цена 65 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