



ISSN 0320-9652
АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

45

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
№ 45**

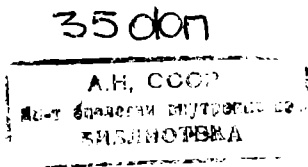


**ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1980**

В сборник вошли оригинальные сообщения по микрофлоре, альгофлоре, а также фауне простейших озер и водохранилищ европейской части территории СССР, несколько статей посвящено методам гидрологических, биохимических и гидробиологических исследований.

Издание рассчитано на широкий круг гидробиологов, гидрохимиков, ботаников.

Ответственный редактор
Б.А. СКОПИНЦЕВ



БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
Информационный бюллетень № 45

Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л.М. Маковская
Технический редактор Е.В. Поликтова
Корректор Л.М. Бова

ИБ № 9080

Подписано к печати 26.12.79. М-27349. Формат 60х90 1/16. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Печ. л. 5 = 5,00 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4,99. Тираж 1000. Изд. № 7644. Тип. зак. № 1053. Цена 75 к.

Издательство „Наука“, Ленинградское отделение
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

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

УДК 576.8(063)

О ЧЕТВЕРТОМ МЕЖДУНАРОДНОМ КОНГРЕССЕ
ПАРАЗИТОЛОГОВ В ПОЛЬШЕ
(19-26 августа 1978 г.)

Четвертый Международный конгресс паразитологов проходил в Варшаве с 19 по 26 августа 1978 г. В работе конгресса приняли участие специалисты 84 стран, 1500 человек. Делегация АН СССР (29 человек), возглавляемая чл.-кор. АН СССР К.М. Рыжиковым, была представлена видными паразитологами нашей страны. Кроме сотрудников Академии наук, на конгрессе присутствовали представители Министерств сельского хозяйства, рыбной промышленности и здравоохранения. Таким образом, делегация СССР составила 47 человек. На конгрессе работала 51 рабочая группа и 9 секций. Секции конгресса были следующими.

1. Биология, генетика и эволюция паразитических организмов.
2. Морфология и таксономия паразитических организмов.
3. 4. Паразиты, важные в экономическом и социальном отношении.
5. Терапия и профилактика паразитарных болезней.
6. Иммунология.
7. Физиология паразитов и патофизиология при паразитарных заболеваниях.
8. Проблемы эпидемиологии переносчиков и промежуточных хозяев.
9. Окружающая среда паразитов и их географическое распределение.

Основное содержание докладов опубликовано в 1158 тезисах. Докладчикам представлялась возможность иллюстрировать сообщения слайдами и делать некоторые дополнения.

Прослушанные доклады можно разделить на группы теоретического и практического плана. На подсекции „Генетика, эволюция и проблемы вида в паразитологии” интересный доклад был сделан Ю.И. Полянским (СССР, ЛГУ), который вызвал широкую дискуссию как на заседании секции, так и в кулуарах. Обстоятельный обзор по паразитарным заболеваниям рыб представил О.Н. Бауер (СССР, ЗИН АН СССР) совместно с ХOFFMAN (США). Изучению паразитофауны рыб водохранилищ Нигерии был посвящен доклад Авачи (Нигерия). Как выяснилось, во многих странах, в том числе и в США, вопросами формирования паразитофауны рыб в процессе становления водохранилищ только начинают заниматься. Для нас же это по су-

шеству пройденный этап. Многие доклады касались того огромного вреда человеку и сельскохозяйственным животным, который приносят малярия, шистозоматоз и другие паразитарные заболевания. Наглядно показано, как все паразитологи мира ищут и находят меры борьбы с наиболее массовыми и опасными паразитами. Например, паразитологи Финляндии показали, что они практически справились с дифиллоботриозом благодаря систематическому проведению лечебных, профилактических и просветительных мероприятий. Многое сделано паразитологами в изучении ультратонкой структуры паразитов и детальной морфологии их с помощью сканирующего микроскопа.

Специальное заседание „За круглым столом“ было посвящено изучению моногеней. На этом заседании специалисты СССР, Польши, Франции, Англии, Швеции под председательством проф. Юзе (Франция) решали конкретные вопросы систематики, таксономии и топонимии моногеней. Так, здесь было решено пользоваться схемой Левеллина при нумерации краевых крючков у дактилогонид.

На заседании секций и групп паразитологи многих стран обращали внимание на то, что борьба с паразитарными заболеваниями должна сочетаться с охраной окружающей среды от загрязнений. Большую опасность представляют сейчас пестициды, которые получили широкое распространение. Особая роль должна быть отведена экологии и молекулярной биологии в изучении паразитов.

На заключительном заседании конгресса принята резолюция, в которой подчеркнута необходимость усиления профилактики малярии, шистозоматоза и трихинеллеза. Обращается большое внимание на кишечные заболевания, вызываемые паразитами. Стандартизация средств диагностики, обучение медицинского персонала, специальные курсы лекций в университетах и колледжах, интеграция сотрудничества многих стран в изучении биологии, циклов развития и мер борьбы с паразитами – необходимые условия для достижения успеха в борьбе с паразитарными заболеваниями. Создана комиссия по терминологии в количестве 27 человек, ее центр будет находиться в Варшаве. От СССР в нее вошел О.Н. Бауер. Новым президентом Международной федерации паразитологов избран Чаплинский (Польша). Следующий пятый Международный конгресс паразитологов решено провести в 1982 г. в Торонто (Канада).

Н.А. Изюмова

ПЛЕНУМ НАУЧНОГО СОВЕТА АН СССР ПО ПРОБЛЕМАМ ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

Работа пленума Научного совета проходила с 30 января по 1 февраля 1979 г. в Москве и была посвящена подведению итогов деятельности учреждений за 1978 г. по курируемым советом проблемам, а также обсуждению задач дальнейших исследований.

К наиболее существенным результатам научных исследований в области биологических проблем океана следует отнести работы Института океанологии АН СССР, связанные с расчетом величины первичной продукции и Р/В коэффициентов для прибрежных апвеллинговых и океанических вод в районе Перуанского апвеллинга. Оценены биомасса и продукция бактерий, получены величины биомассы, а также параметры энергетического обмена микро- и мезозoopланктона. Получены новые данные по развитию организмов „красного прилива” – концентрация в узких слоях максимумов и амплитуда суточных вертикальных миграций. Проведен анализ возрастной и размерной структуры популяций массовых видов планктона. Изучена трофическая структура экосистемы апвеллинга и оценена роль различных трофических уровней в энергетическом балансе сообщества. Результаты положены в основу модели функционирования пелагической системы Перуанского апвеллинга.

Институтом биологии моря ДВНЦ АН СССР показано, что в полужакрытых мелководных бухтах доминирующая роль в синтезе органического вещества (до 60%) принадлежит морским травам. На этой основе оценена принципиальная возможность разведения моллюсков; установлено, что основной вклад в энергетический и химический метаболизм вносят микроводоросли, мейофауна и бактерии. Показано, что на илах потребление кислорода превышает его выделение при фотосинтезе, а потребление органического вещества сопровождается выделением в воду аммиака, ортофосфата и силикатов.

Мурманским морским биологическим институтом КФ АН СССР установлено, что максимальные значения первичной продукции, численности бактериопланктона и биомассы зоопланктона на Мурмане наблюдаются в районах мелководий. Пространственное распределение первичной продукции находится в большом соответствии с распределением бентоса, распределение современных донных отложений на литоральных отмелях существенно влияет на пространственное распределение основных сообществ детритофагов. Установлено, что определяющую роль в накоплении фосфатов в поровых водах илистого донного осадка играет зообентос, а песчаного – бактерии.

Зоологическим институтом АН СССР исследованы возможности направленного воздействия на численность сельдей Белого моря путем использования искусственных нерестилищ. Установлено, что икра оказалась свободной от грибкового поражения при перемещении ее из искусственных нерестилищ в слои воды с соответствующей температурой. Удалось выклев личинок подогнать к моменту развития кормового зоопланктона. Это обусловило обилие сеголетков в Кандалакшском заливе. Успеху работ в данном направлении способствует также выявление возможности прогнозировать численность псевдокалянуса – основного корма сельди при переходе на активное питание.

Интересные данные получены Институтом биологии южных морей АН СССР, характеризующие изменение экологических условий в Черном море. Установлено, что абсолютная концентрация биогенных

веществ в стоке рек, впадающих в Черное море, по сравнению с 50-ми годами увеличилась по крайней мере вдвое. Это привело к тому, что в прибрежных районах моря на 1-3 порядка уменьшилось количество икринок, личинок и мальков рыб, личинок крабов, креветок. На такой же порядок возросла роль сапрофитной микрофлоры и кишечной палочки; наблюдается бурное цветение перидиниевых водорослей, уменьшилось количество гипонейстонных организмов. У скалистых и песчаных берегов в результате берегоукрепительных работ и намыва пляжей резко изменилось сообщество организмов, что привело к снижению самоочистительной способности прибрежной зоны моря.

В 1978 г. выполнен большой объем исследований по выявлению запасов промысловых объектов в Мировом океане учреждениями Министерства рыбного хозяйства СССР. Проведены 153 научно-исследовательские и поисковые рыбохозяйственные экспедиции по изучению биологических ресурсов Мирового океана, обнаружен ряд новых районов промысла рыбы и других объектов промысла. Выявлены новые скопления креветок в открытых районах Баренцева моря.

Большой объем гидробиологических и рыбохозяйственных исследований выполнен на внутренних водоемах. В Институте эволюционной морфологии и экологии животных им. Северцова АН СССР разработан эколого-физиологический метод анализа популяционной динамики рыб, основанный на синтезе возрастной и популяционной физиологии. Выявлены закономерности олиготрофно-евтрофной сукцессии сообществ сиговых рыб, позволяющие прогнозировать продуктивность водоемов. Разработаны рекомендации по расположению водозабирающих сооружений и рыбоотводных каналов в местах поворотов рек.

Сибирским научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом рыбного хозяйства и Иркутским государственным университетом разработан метод построения моделей водных экосистем, апробированный на байкальской эпишуре, а также метод долгосрочного прогноза численности нерестового омуля, ряпушки.

Работами Института биологии внутренних вод АН СССР установлено, что большинство пресноводных представителей микрофлоры относятся к олигокарбофильной группе, развивающейся при минимальных концентрациях органического вещества, разработаны принципы и методы их выделения и учета. Впервые показано, что значительную долю в микрофлоре составляют представители родов, ранее известных как постоянные обитатели почв. Это позволяет прогнозировать направленность микробиологических процессов при антропогенном загрязнении вод.

Закончено исследование структуры фитоценозов как показателей стадии антропогенного евтрофирования каскада волжских водохранилищ. Установлено, что в ближайшие годы можно ожидать не только гиперпродукцию синезеленых водорослей в летнее время, но и диатомовых в весеннее.

Осуществлена попытка составления предварительного прогноза изменений экологических условий в Волге при первой очереди переброски стока северных рек (западный вариант). Установлено, что

в наибольшей степени переброска стока скажется на экологических условиях в Шекснинском и Рыбинском водохранилищах.

Лимнологическим институтом СО АН СССР определена скорость деструкции органического вещества байкальского фитопланктона. Показано, что процесс формирования зооглей (байкальских бактериоценозов) определяется микроконцентрацией органического вещества в водах озера. Институтом гидробиологии АН УССР построена модель гипolimниона и зоны "толща-дно", описывающая процессы микробиологической деструкции органического вещества. Установлена селективность к железу и кремнию у высших водных растений, которые могут быть использованы в качестве фильтров.

Отделом зоологии и паразитологии АН БССР разработаны теоретические основы создания непрерывных массовых культур кормовых планктонных организмов, методика промышленного выращивания планктонной коловратки. Институтом зоологии АН АзССР установлена существенная роль баянуса в очищении морской воды от нефтяного загрязнения: сообщество этих животных на 1 м² за сутки может профильтровать до 125 л загрязненной воды.

Институтом зоологии АН ТуркмССР впервые даны параметры факторов внешней среды для направленного создания в ирригационных системах условий, благоприятных для самовоспроизводства растительноядных рыб. В различных ведомственных и академических учреждениях страны проведены исследования, результаты которых оформлены в виде рекомендаций по формированию сообществ водных животных и повышению рыбопродуктивности водоемов.

При обсуждении задач в области гидробиологии и ихтиологии на ближайшую перспективу особое внимание было обращено на дальнейшее развитие фундаментальных исследований в свете 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. Этим вопросам были посвящены доклады „О современном состоянии и развитии исследований по экологии внутренних водоемов“ (Н.В. Буторин) и „Продуктивность и охрана внутренних вод Советского Союза“ (Г.Г. Винберг, В.В. Меншуткин) на пленарном заседании Научного совета и ряд докладов на пленуме Ихтиологической комиссии.

В работе пленума Научного совета и его секций приняли участие свыше 200 специалистов.

Н.В. Буторин

¹ О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов. — Правда, 6 1 1979.

² О мерах по дальнейшему развитию рыбоводства и увеличению вылова рыбы в пресноводных водоемах страны. — Правда, 5 IX 1978.

УДК 543.842:577.472 (28)

А.Н. Дзюбан

МИКРОФЛОРА ИЛОВ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ЕЕ АКТИВНОСТЬ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Микробиологические процессы распада органического вещества в донных отложениях Рыбинского водохранилища стали изучаться сравнительно недавно [5] и лишь в период „открытой воды“. Для определения численности иловой микрофлоры Рыбинского водохранилища и интенсивности ее деятельности по распаду органических веществ в зимний период нами были проведены работы на этом водоеме 25–28 февраля 1975 г. на 5 стандартных станциях (табл. 1).

Пробы воды отбирали батометром Рутнера, грунты доставали дночерпателем, откуда проба поверхностного слоя (0–2 см) для учета численности микрофлоры помещалась в стерильный флакон. Стекло-лянной трубкой диаметром 3,5 см из толщи ила вырезали монолит, который заливали придонной водой и закрывали пробкой с сифоном. Все анализы проводили в соответствии с практическим руководством В.И. Романенко и С.И. Кузнецова [4]. Потребление донными отложениями кислорода и выделение ими углекислоты определяли в воде над монолитами ила после инкубации трубок в воде в течение 60 ч при ее естественной температуре. Общее количество бактерий подсчитывали из болтушек ила, профильтрованных на мембранных ультрафильтрах № 3 под микроскопом „Эргавал“ с увеличением 100 x 10. Сапрофиты учитывали в чашках Петри на РПА, *Cl. pasteurianum* – на жидкой безазотистой среде Виноградского, метанобразующие бактерии – по выделению газа на среде Баркера с метанолом, углеводородокисляющие – на жидкой среде Таусона с соляровым маслом, сульфатредуцирующие – на агаризованной среде Кравцова–Сорокина.

По многолетним данным, воды Рыбинского водохранилища в подледный период довольно богаты растворенным кислородом, и лишь в отдельные годы, на участках поступления высокоцветных болотных вод и во впадинах, его содержание в придонных слоях снижалось до 5–10% насыщения [6]. К таким участкам в первую очередь относятся Моложский плес и незначительная часть Главного плеса вдоль бывшего русла р. Мологи, где Ю.И. Сорокин отмечал скопление в придонной воде метана и его потребление метанокисляющими бактериями [7].

Ко времени наших наблюдений, т.е. к концу февраля, на большей части акватории водохранилища содержание кислорода в придон-

Т а б л и ц а 1

Общая характеристика станций взятия проб

Станция	Внешний вид отложений	Глубина, м	Температура у дна, °С	O ₂ , мг/л у дна
У бывшего г. Мологи	Темно-серый ил	8	0.6	5.2
У бывшей дер.Наволок	Песчанистая почва	7	0.8	9.2
У с. Брейтово	Серый песчанистый ил	9	1.8	3.2
У бывшей дер. Средний Двор	Глинистый песок	6	0.8	8.7
У с. Измайлово	Торфянистый ил	6	1.2	7.3

ных слоях воды было достаточно велико и составляло 5.2–9.2 мг/л (табл. 1). Лишь у пос. Брейтово на бывшем русле р. Мологи его концентрация снижалась до 3.2 мг/л.

Донные отложения на отдельных станциях были весьма различными (от темно-серых илов до слабо заиленной почвы и песков), что отражает общую картину распространения илов по акватории водохранилища [3]. Разнообразие отложений обусловило различия в численности и составе иловой микрофлоры на этих участках.

Общая численность бактерий была максимальной в богатых органическим веществом темно-серых илах у пос. Брейтово и затопленного г. Мологи, где она составляла 2–3 млрд/г сырого веса, а минимальной – в песчанистых грунтах центральной части водохранилища – 0.7–1.0 млрд/г (табл. 2). Сапрофитов насчитывалось от 40 до 380 тыс. кл/г, причем на долю спор приходилось от 10 до 50%. Количество бактерий, окисляющих соляровое масло, не превышало 0.1–1 тыс./г.

Численность анаэробной микрофлоры варьировала в широких пределах: сульфатредуцирующих бактерий от 0 до 3 тыс./г, метанобразующих – от 0 до 40 тыс./г, *Cl. pasteurianum* – от 0.1 до 10 тыс./г; численность последних, по-видимому, значительно больше, так как на безазотистых средах в сравнении с обогащенными учитывается на 1–3 порядка меньше бактерий [1].

В распределении отдельных групп бактерий, кроме органического вещества отложений, несомненную роль играет содержание в придонных слоях воды растворенного кислорода. Так, на станциях у пос. Брейтово и в районе г. Мологи, где концентрация кислорода была пониженной и обычно наблюдается самый низкий относительно других участков окислительно-восстановительный потенциал (rH_2) [6], зафиксировано наибольшее количество анаэробов, а

Т а б л и ц а 2

Численность бактерий и деструкция органического вещества в донных отложениях

Номер станции	Общее коли- чество, млрд/г	Численность бактерий, тыс. в 1 г сырого ила						Деструкция, мг C/м ² .сутки ⁻¹		
		сапрофиты		сульфат- редуци- рующие	Cl. pas- teuria- num	метан- образу- ющие	углеродо- родокис- ляющие	аэробная	анаэроб- ная	суммар- ная
		1	3.14	250	20	3	5	11	1	20
2	1.02	380	140	0	0.1	0	0.1	19	6	25
3	1.95	200	50	0.8	10	40	0.1	10	16	26
4	0.78	40	15	0	0.1	0.1	0.1	10	0	10
5	1.58	100	50	0.1	5	0.5	0.1	12	3	15

•

численность аэробных бактерий была сравнительно невелика. В то же время в центральных участках водохранилища (сг. 2) с высокими значениями растворенного кислорода и высоким rH_2 отмечена максимальная численность сапрофитов и отсутствовали анаэробные сульфатредуцирующие и метанобразующие бактерии (табл. 2).

Биохимическая активность иловой микрофлоры *in situ* была невысокой. Потребление кислорода не превышало за сутки 20–45 мг O_2/m^2 , т.е. за счет аэробных процессов на 1 m^2 донных отложений подвергалось разрушению около 10–20 мг углерода органических соединений, что в 5–8 раз меньше, чем летом [5]. Еще слабее протекала аэробная деструкция на участках с дефицитом кислорода (табл. 2). Расчеты, однако, показывают, что даже при такой интенсивности процессов в отсутствии аэрации и перемешивания вод только за счет донных отложений может потребиться за сутки весь имеющийся кислород в односантиметровом слое придонной воды.

Анаэробные процессы распада органических веществ шли наиболее энергично в илах у г. Мологи, а также у пос. Брейтово, что вполне согласуется с составом их микробного населения (табл. 2). Восстановленные продукты распада, в частности метан, поступаая в воду, могут окисляться соответствующими микроорганизмами, что в зимних условиях приводит к еще большему кислородному дефициту [2]. На остальных участках водохранилища анаэробные процессы были очень слабыми.

Таким образом, донные отложения Рыбинского водохранилища зимой населены многочисленной и разнообразной микрофлорой, распределение и состав которой обусловлены характером отложений и окислительно-восстановительными условиями. Распад органических веществ в них шел с преобладанием либо аэробных, либо анаэробных процессов в зависимости от содержания в придонной воде растворенного кислорода, достигая 25–33 мг C/m^2 за сутки. Биохимическая активность бактериального населения илов была в 5–8 раз ниже, чем летом, однако в условиях подледного периода их деятельность может оказывать существенное влияние на кислородный режим отдельных участков Рыбинского водохранилища.

Л и т е р а т у р а

1. Д з ю б а н А.Н. Численность маслянокислых бактерий, относящихся к роду *Clostridium*, в иловых отложениях водохранилищ Волги. – Микробиология, 1978, т. 47, вып. 6, с. 1124–1126.
2. К у з н е ц о в С.И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. М., 1952. 300 с.
3. К у р д и н В.П. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. – Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, вып. 1 (4), с. 35–37.

4. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974. 194 с.
5. Романенко В.И., Романенко В.А. Деструкция органического вещества в иловых отложениях Рыбинского водохранилища. - В кн.: Физиология водных организмов и их роль в круговороте органического вещества. Л., 1969, с. 24-31.
6. Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л., 1972. 364 с.
7. Сорокин Ю.И. Метан и водород в воде волжских водохранилищ. - Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1960, вып. 3 (6), с. 50-58.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 579.68 (28)

Н.А. Шехавцов

ЧИСЛЕННОСТЬ И ПРОДУКЦИЯ БАКТЕРИЙ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ ЗИМОЙ 1976 г.

Изучение численности бактерий и микробиологических процессов, связанных с круговоротом органического вещества, в Рыбинском водохранилище проводится ежегодно. Целью нашей работы было охарактеризовать некоторые микробиологические и гидрологические процессы в период с февраля по апрель 1976 г. Пробы воды отбирались с 3 горизонтов в 3 рейсах примерно через 20 суток на 6 стандартных станциях ИБВВ АН СССР, расположенных в следующих пунктах: ст. 1, Коприно - над затопленным руслом Волги, ст. 2, Молога - над затопленным руслом Мологи, ст. 3, Измайлово - под северо-восточным берегом водохранилища, ст. 4, Средний Двор - в Шекснинском плесе, ст. 5, Наволок - в центре водохранилища, ст. 6, Брейтово - против пос. Брейтово над затопленным руслом Мологи. Станции были расположены с учетом охвата основных водных масс водохранилища.

Определялись электропроводность и температура воды, содержание кислорода, общая численность бактерий, темновая ассимиляция CO_2 , а также продукция и деструкция органического вещества. Анализы производились согласно руководству [4]. Продукция органического вещества и темновая ассимиляция CO_2 определялись с помощью радиоуглеродного метода, а деструкция органического вещества *in situ* по убыли кислорода в изолированном объеме воды. Пробы инкубировались в течение 15-20 суток в местах их отбора. Биомасса бактерий и бактериальная продукция рассчитывались исходя из величин общей численности бактерий и темновой ассимиляции CO_2 .

Т а б л и ц а 1

Температура, электропроводность, содержание кислорода и общая численность бактерий в Рыбинском водохранилище зимой 1976 г.

Номер станции	Название станции	Глубина	Температура, °С			Электропроводность, мкс/м			Содержание O ₂ , мг/л			Численность бактерий, млн./мл		
			февраль	март	апрель	февраль	март	апрель	февраль	март	апрель	февраль	март	апрель
1	Коприно	Поверхность	0.1	0.1	0.1	255	377	407	8.6	7.6	5.3	1.8	2.4	2.6
		Середина	0.1	0.1	0.1	326	371	418	8.5	7.5	4.8	1.6	2.2	-
		Дно	0.1	0.1	0.1	326	371	423	9.3	7.4	4.8	1.6	2.8	2.4
2	Молога	Поверхность	0.1	0.1	0.2	263	301	283	9.9	7.3	9.3	0.9	2.5	1.5
		Середина	0.6	0.5	0.2	263	358	367	10.0	7.3	6.8	1.0	2.9	1.9
		Дно	0.6	0.5	0.2	280	351	365	10.2	7.3	6.3	1.8	-	1.6
3	Измайлово	Поверхность	0.1	0.1	0.3	231	272	240	10.2	6.4	10.4	1.5	1.6	1.8
		Середина	0.7	0.8	0.9	232	272	273	10.1	6.2	4.4	1.5	0.9	1.4
		Дно	0.8	0.8	1.0	231	272	272	10.0	5.7	3.9	1.5	1.7	2.0
4	Средний Двор	Поверхность	-	0.1	0.2	-	268	164	-	10.9	10.9	-	1.1	1.9
		Середина	-	1.2	0.4	-	209	290	-	7.2	6.2	-	1.7	1.0
		Дно	-	1.8	0.6	-	264	290	-	6.8	5.3	-	1.2	2.7
5	Наволоки	Поверхность	0.1	0.1	0.1	218	247	254	10.5	9.3	8.6	0.8	2.3	1.6
		Середина	0.3	0.3	0.2	212	249	273	10.3	9.3	8.4	1.6	3.0	1.5
		Дно	0.3	0.6	0.4	209	256	268	9.7	8.5	7.8	1.6	2.9	1.4
6	Брейтово	Поверхность	-	0.1	0.4	-	238	292	-	13.3	11.6	-	2.5	1.9
		Середина	-	1.0	0.5	-	376	378	-	1.3	0.8	-	2.2	1.8
		Поверхность	-	2.4	0.6	-	376	382	-	1.3	0.6	-	2.5	2.0

В начале февраля толщина ледового покрова по всему водохранилищу была около 0,5 м, а в середине апреля на большей части акватории водохранилища возросла до 0,7–0,8 м; если еще учесть толщину снега, выпавшего на лед, то общая величина покрова достигала 1 м. Непосредственно подо льдом температура воды на большинстве станций в течение всего подледного периода была 0,1°, а в придонных слоях возрастала до 0,7–0,9°. Лишь дважды за время наблюдений в придонных слоях на станциях Средний Двор и Брейтово нами были отмечены температуры больше 1,0°. В целом на большинстве станций была отмечена слабо выраженная обратная температурная стратификация. Водные массы по всей акватории водохранилища по степени минерализации мало отличались друг от друга (табл. 1).

В марте на станциях Коприно, Молога, Брейтово, расположенных над бывшими руслами рек, электропроводность воды возросла. Причем, если сравнивать электропроводность на станциях Брейтово и Молога, то можно увидеть, как идет смешивание моложских вод с водами собственно водохранилища.

В апреле разница между речными водами и водами водохранилища проявилась наиболее полно, что согласуется и с литературными данными [3]. Электропроводность поверхностных проб воды на станциях Измайлово, Средний Двор и Наволок была в среднем 217 мксим, в придонных – 278 мксим. На ст. Коприно в это же время электропроводность достигала максимальной величины – 423 мксим, а на станциях Молога и Брейтово 365 и 382 мксим соответственно.

В феврале содержание кислорода было примерно одинаковым на всех станциях, около 10 мг O₂/л, причем вертикального расслоения не наблюдалось. К апрелю содержание кислорода понизилось, особенно в придонных слоях. На ст. Брейтово с глубины 2 м был отмечен кислородный дефицит. Аналогичную картину распределения кислорода в водохранилище наблюдал в 1959 г. Ф.И. Безлер [1].

Величины потребления сестоном меченого ¹⁴CO₂ совпали в темных и светлых склянках. Следовательно, имела место лишь темновая ассимиляция, фотосинтез в течение всего периода наблюдений отсутствовал.

В феврале–марте деструкция органического вещества была очень небольшой и одинаковой на всех станциях – 0,01 мг O₂/л х сутки⁻¹. В марте–апреле деструкция органического вещества на всех станциях возросла и в среднем составила 0,03 мг O₂/л·сутки⁻¹. Максимум деструкционных процессов наблюдался на ст. Молога – 0,06 мг O₂/л·сутки⁻¹. Важным в опытах по определению деструкции органического вещества является то, что в подледный период она не только идет, но и претерпевает изменения, несмотря на отсутствие продуцирования органического вещества в водохранилище (табл. 2).

Общая численность бактерий по всей акватории водохранилища изменялась мало – колебалась около 2 млн/мл. Как и в прошлые годы [2], по вертикальному профилю бактерии были распределены равномерно (табл. 1).

Т а б л и ц а 2

Микробиологические показатели в поверхностных слоях воды Рыбинского водохранилища зимой 1976 г.

Номер станции	Название станции	Темновая ассимиляция CO_2 , мкг С/л·сутки ⁻¹		Продукция бактериальной биомассы, мкг С/л·сутки ⁻¹		Биомасса бактерий, мкг С/л		Деструкция органического вещества, мкг С/л·сутки ⁻¹	
		февраль-март	март-апрель	февраль-март	март-апрель	февраль-март	март-апрель	февраль-март	март-апрель
1	Коприно	0.02	0.04	0.33	0.68	127	98	0.004	0.011
2	Молога	0.01	0.05	0.17	0.84	169	56	0.004	0.023
3	Измайлово	0.01	0.04	0.17	0.68	60	71	0.004	0.011
4	Средний Двор	-	0.09	-	1.50	41	68	-	0.008
5	Наволоч	0.01	0.06	0.17	1.00	87	60	0.004	0.011
6	Брейтово	-	0.06	-	1.00	94	71	-	0.008

П р и м е ч а н и е. Пробы инкубировались в два срока: с середины февраля до середины марта и с середины марта до середины апреля.

Темновая ассимиляция CO_2 определялась в поверхностных слоях воды. В феврале-марте она составила в среднем по водохранилищу $0,01 \text{ мкг С/л.сутки}^{-1}$. В апреле процессы темновой ассимиляции заметно активизировались и их величина в среднем по водохранилищу увеличилась до $0,06 \text{ мкг С/л.сутки}^{-1}$. Наибольшая величина была отмечена на ст. Средний Двор - $0,09 \text{ мкг С/л.сутки}^{-1}$. Соответственно усилению процесса ассимиляции CO_2 увеличилась продукция бактериальной биомассы. Так, если в феврале она составляла в среднем по водохранилищу $0,2 \text{ мкг С/л.сутки}^{-1}$, то в апреле ее величина достигла $1,0 \text{ мкг С/л.сутки}^{-1}$. Время генерации бактерий было очень велико - около 30 суток.

Приток минерализованных речных вод возрастает к концу ледового периода. Эти воды слабо смешиваются с водами Главного плеса Рыбинского водохранилища. В течение всей зимы в водохранилище сохраняются удовлетворительные кислородные условия. Кислородный дефицит обнаруживался только с глубины 2 м и особенно в придонных слоях устья р. Мологи и на ст. Брейтово. Интенсивность разрушения органического вещества в подледный период была в 12-15 раз ниже, чем в вегетационный период. За время наблюдений минимум микробиологических процессов был отмечен в феврале.

Л и т е р а т у р а

1. Б е з л е р Ф.И., Т р и ф о н о в а Н.А. Материалы по распределению кислорода в Рыбинском водохранилище. - Бюл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1960, № 8-9, с. 18-23.
2. К у з н е ц о в С.И. Динамика численности бактерий в Рыбинском водохранилище в 1958 г. - Бюл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, № 5, с. 12-15.
3. К у з н е ц о в С.И. и др. Характеристика микробиологических процессов круговорота органического вещества в Рыбинском водохранилище в 1971 г. - В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974, с. 5-18. [Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, вып. 28 (31)].
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.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И.О. Солнцева, Г.И. Виноградова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД
ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ДРОЖЖЕЙ РОДА RHODOTORULA

Идея использования дрожжей и грибов при биологической очистке бытовых стоков была впервые предложена в 1942 г. [1], но потерпела неудачу. В 1973 г. этим вопросом заинтересовались канадские исследователи [2]. Они показали возможность снижения количества биогенных элементов в очищенных бытовых стоках при незначительных добавках глюкозы. При этом наиболее активными в использовании фосфор- и азотсодержащих минеральных соединений и в накоплении биомассы были дрожжи рода *Rhodotorula*, особенно вид *Rhodotorula glutinis*.

Цель настоящей работы — поиск штаммов рода *Rhodotorula*, способных наращивать биомассу на среде, приготовленной на основе очищенных бытовых сточных вод пос. Борок. Ниже приведены данные содержания биогенов в используемых стоках (табл. 1).

Вода стоков использовалась без разведения с добавлением 10 г/л глюкозы и 10 г/л дрожжевого автолизата при pH=5.0. Стерильная среда, приготовленная таким образом, засеивалась дрожжами 3-суточной культуры в количестве 10^6 кл/мл. Культивирование проводилось в колбах на 250 мл с объемом среды 100 мл при температуре 27°. Длительность опыта 7 суток.

По окончании опыта определялись сухой вес дрожжей, содержание в них каротиноидов и остаточное количество биогенов в культуральной жидкости (табл. 2, 3). Всего проверено 25 штаммов рода *Rhodotorula*, выделенных из волжских водохранилищ и очистных сооружений Борка.

Содержание биогенов в культуральной жидкости после окончания опыта существенно снижалось: азота аммонийного на 50–90%, азота нитратного на 10–50%, фосфора фосфатов на 50–90%. Данные о штаммах, наиболее активно потребляющих азот и фосфор, приведены ниже (табл. 2).

Сухой вес дрожжей после 7 суток культивирования колебался от 200 до 1100 мг/л. Из 25 17 штаммов имели сухой вес не менее 700 мг/л. Ниже приведены данные по сухому весу и количеству каротиноидов у наиболее продуктивных дрожжей (табл. 3).

Общее количество каротиноидов по всем исследованным 25 штаммам варьировало от 30 до 112 мкг/г сухого вещества. Максимальное количество каротиноидов не коррелирует с сухим весом дрожжей. Содержание торулина, торулародина и β -каротина составляло соответственно 1–18, 4–86 и 0.4–32 мкг/г сухого вещества. Из определенных каротиноидов наибольшей провитаминной активностью обладает β -каротин. Его процентное содержание по отношению к общему количеству каротиноидов составило 0.4–44. Максимальное

Т а б л и ц а 1

Содержание биогенных элементов в очищенных бытовых стоках
(средние данные из 3-4 повторностей)

Биогены	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Аммонийный азот, мг N /л	12.4	4.3	7.2	7.5	6.8
Нитриты, мг N /л	0.4	0.3	0.2	0.4	0.3
Нитраты, мг N /л	5.7	3.2	6.9	7.6	6.2
Фосфаты, мг P /л	2.6	2.2	2.9	3.8	2.9

Т а б л и ц а 2

Остаток азот- и фосфорсодержащих минеральных соединений
по отношению к их количеству в исходной среде, %

Штаммы	Номер штамма	Содержание биогенов, %			
		N аммо- нийный	N нит- ратный	N нит- ритов	P фос- фатов
Rh. pulmonales	2	29.7	74.7	0.0	5.6
v. mucilaginosa	1932	13.9	95.6	0.7	8.3
Rh. glutinis	274	24.6	82.5	0.0	11.4
Rh. pulmonales	1	29.6	57.8	0.6	13.9
Rh. glutinis	2336	57.0	9.0	0.6	17.0

Т а б л и ц а 3

Сухой вес и содержание каротиноидов
в исследованных штаммах рода *Rhodotorula*

Штаммы	Номер штамма	Сухой вес, мг/л	Каротиноиды, мкг/г сухого вещества				
			сум- ма	тору- лин	торула- родин	β -каро- тин	% β -ка- ротина
Rh. glutinis	1932	1083.8	78.3	18.2	45.1	15.0	19.0
Rh. glutinis	1	1044.4	38.7	6.3	23.1	9.3	24.0
Rh. glutinis	1844	1042.7	69.0	8.1	44.0	13.9	26.0
Rh. glutinis	2337	964.4	46.8	4.9	22.3	19.6	42.0

количество β -каротина обнаружено у штаммов Rh. glutinis, из которых только Rh. glutinis 2337 имел одновременно и наибольший сухой вес.

Проверка 25 штаммов дрожжей рода Rhodotorula на возможность наращивать биомассу на среде, приготовленной на основе очищенных бытовых сточных вод, показала, что большинство дрожжей может наращивать сухой вес до 700 мг/л (максимально 1 г/л), при этом содержание минерального фосфора и азота в культуральной жидкости существенно снижалось – соответственно до 0,4 и 1 мг/л.

Наши данные сравнимы с результатами, полученными канадскими исследователями [2], в опытах которых дрожжи рода Rhodotorula наращивали сухой вес в среднем до 300 мг/л (максимально 600 мг/л) при добавке сахара к среде на порядок меньше, чем у нас. При таких добавках глюкозы в наших опытах сухой вес дрожжей едва достигал 20 мг/л.

Л и т е р а т у р а

1. H e u k e l e k i a n H. Effect of yeast on the stabilisation of sewage and sludge digestion. - Public Works, 1942, vol. 73, p. 17-23.
2. S i m a r d R.E., T h a n h N.C. Biological treatment of domestic sewage by yeasts and fungi. - Analitic J. Chem. Eng., Sympos. Ser. Water, 1973, vol. 70, N 136, p. 309-323.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 582.282.23-15

И.О. С о л н ц е в а

ДРОЖЖЕПОДОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ И ЕГО ПРИБРЕЖЬЕ

Микроорганизмы, в том числе дрожжевые и дрожжеподобные, играют большую роль в жизни водоема, участвуя в процессах разрушения органического вещества. Первые количественные данные о распространении дрожжей и дрожжеподобных организмов в пресной воде приведены в работах Родиной А.Г. [2] и М.И. Новожиловой [1].

Наши исследования Рыбинского водохранилища и его побережья показали, что дрожжи широко распространены, встречаясь на раз-

Т а б л и ц а 1

Распределение дрожжей в Рыбинском водохранилище
с мая по октябрь 1977 г.

Глубина, м	Количество дрожжей, кл/мл						Среднее количество клеток на 5 горизонтов
	Коприно	Молога	Брейтово	Средний Двор	Наволоок	Измайлово	
М а й							
0-1	0.8	180.0	1.0	10.0	2.0	-	10.3
2-4	5.0	2.40	5.0	10.0	1.0	5.0	
6	3.0	-	9.0	10.0	0.4	2.0	
8	0.6	-	5.0	7.0	2.0	9.0	
12	0.2	-					
И ю н ь							
0-1	-	0.4	-	-	-	-	0.4
2-4	-	-	-	-	-	-	
6	-	0.2	0.2	-	0.6	0.2	
8	8.0	0.4	-	-	0.2	-	
12	-	-					
И ю л ь							
0-1	123.0	125.0	74.0	271.0	-	28.0	51.0
2-4	8.5	69.0	3.0	4.0	64.0	2.0	
6	90.0	10.0	48.0	0.6	1.3	0.7	
8	94.0	86.0	5.0	0.2	30.0	7.0	
12	12.0	230.0					
А в г у с т							
0-1	-	-	6.4	0.4	-	30.0	5.8
2-4	2.7	2.0	12.0	0.3	-	0.9	
6	38.0	2.4	0.8	0.2	0.9	0.6	
8	2.2	10.0	-	-	0.4	0.2	
12	35.7	2.4					
С е н т я б р ь							
0-1	-	-	-	-	-	-	1.5
2-4	0.1	-	24.0	-	-	-	
6	0.3	0.5	-	0.3	-	12.0	
8	0.4	0.5	-	-	-	-	
12	0.1	-					
О к т я б р ь							
0-1	0.4	5.0	2.3	10.0	0.5	-	6.8
2-4	8.8	2.4	5.0	10.0	0.4	2.2	
6	2.5	2.5	5.6	6.8	1.6	2.5	
8	84.0	-	2.9	7.4	2.6	-	
12	-	12.0					
Среднее количество дрожжей по станциям:	21.4	28.7	11.3	19.5	6.4	5.0	

Т а б л и ц а 2

Распределение дрожжей по горизонтам

Глубина, м	Среднее количество дрожжей, кл/мл
0-1	31.0
2-4	8.8
6	8.8
8	12.0
12	8.8

личных глубинах и на значительном расстоянии от берега. Для изучения характера распределения дрожжей и учета их количества были выбраны 6 станций в открытой части водохранилища и 9 станций в прибрежной зоне. Отбор проб проводился по горизонтам, количество которых зависело от глубины станций. Всего отобрано 382 пробы воды, из которых в 290 найдены дрожжи. Для учета количества дрожжей применен метод подсчета числа колоний на сусло-агаре с последующим пересчетом на 1 мл воды. Полученные данные представлены ниже (табл. 1).

Наибольшее количество дрожжей встречалось в июле, наименьшее в сентябре. Дрожжи встречаются повсеместно, но распределены в водоеме неравномерно. Количество клеток варьирует от 0,2 до 300 кл/мл. При большом скоплении дрожжей видовое разнообразие невелико — часто один вид, тогда как при низкой численности наблюдается большое разнообразие форм. Вода на станциях Коприно и Молога почти на всех горизонтах характеризуется наибольшим количеством дрожжей одного вида. В воде на станциях Наволок и Измайлово наблюдается большое разнообразие форм.

Наибольшее скопление дрожжей отмечено в поверхностном слое, хотя они встречаются и в более глубоководных слоях (табл. 2).

Наши материалы хорошо согласуются с данными М.И. Новожиловой [1], проводившей исследование на Рыбинском водохранилище в 1954 г. По ее наблюдениям, количество дрожжей варьирует от 0,2 до 150 кл/мл, наибольшее число клеток отмечено на станциях Коприно и Молога.

При исследовании прибрежной зоны брались пробы воды и смыв с обрастаний в зарослях высших растений: камыша, рдеста блестящего, осоки, тростника, ситяга, гречихи, хвоща приречного, кувшинки чистобелой, ряски.

Дрожжевые организмы присутствуют во всех пробах, встречаясь в большом количестве в смыве с обрастаний (табл. 3). Максимальное количество дрожжей отмечено в зарослях осоки, хвоща и ряски как в пробах воды, так и в смыве с обрастаний.

Т а б л и ц а 3

Распределение дрожжей в зарослях макрофитов
(среднее из 8 проб), кл/мл

	Камыш	Рдест	Осока	Ситняг	Гречиха	Тростник	Хвощ	Кувшинка	Ряска
Вода	4,0	2,4	16,8	1,2	4,0	5,2	52,0	0,8	30,0
Обрастания	5,8	16,0	486,0	3,2	5,6	5,2	512,0	1,1	498,0

Таким образом, в результате проведенной работы получены ориентировочные величины по распределению и количественной характеристике дрожжей и дрожжеподобных организмов в Рыбинском водохранилище, которые хорошо согласуются с данными М.И. Новожиловой 1954 г. Совпадение мест максимального скопления дрожжей (станции Коприно и Молога) и порядок количества их в 1 мл указывают на стабильность существования этой группы микроорганизмов в водохранилище.

Л и т е р а т у р а

1. Новожилова М.И. Распространение дрожжеподобных организмов в водоемах и их роль в питании водных беспозвоночных животных. - Тр. Ин-та микробиол. и вирусол. АН КазССР, 1958, т. 2, 47-257.
2. Родина А.Г. Распределение дрожжевых и дрожжеподобных грибов в озерах. - Микробиология, 1950, т. 19, вып. 1, с. 44-52.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 593.17-15 (285,2)

Т.П. А р с л а н о в а

ИНФУЗОРИИ И ИХ РАЗВИТИЕ В ПЛАНКТОНЕ НЕКОТОРЫХ ОЗЕР

Простейшие играют немаловажную роль в продукционных процессах водоемов и трансформации органического вещества. При этом основная роль в данном случае принадлежит инфузориям, которые в период своего наибольшего развития могут составлять до 95% от общей численности простейших. Однако до сих пор сведений о коли-

чественном развитии простейших в водоемах и об оценке их роли в круговороте органического вещества в водоемах недостаточно.

Материалом настоящей работы послужили наблюдения за сезонной динамикой видового состава, численности, биомассы планктонных инфузорий и их вертикального распределения в толще воды ряда озер в зависимости от температуры и содержания газов.

Работа проводилась на 8 разнотипных озерах, расположенных в Горьковской и Калининской областях, а также в Чувашской АССР площадью водного зеркала от 2 до 100 га в течение вегетационных сезонов 1972–1976 гг.

Инфузорный планктон в озерах представлен 53 видами, среди которых ведущими оказались малоресничные инфузории (*Tintinnidium fluviatile*, *Codonella cratera*, *Strombolidium gyrans* и др.), встречавшиеся практически во всех озерах и часто составляющие до 60% от общей численности инфузорий.

Сезонный пик развития простейших в большинстве озер один и приходится на лето (август), а иногда на весну. В двух озерах (Песьво, Удомля) динамика численности инфузорий имеет двувершинный характер. Изменения биомассы Infusoria в общих чертах повторяют колебания численности, хотя в весенний и осенний периоды биомасса может резко возрастать из-за присутствия в планктоне крупных инфузорий (*Dileptus anser*, *Amphileptus tracheloides*) и сезонного изменения размеров массовых форм (оз. Великое). Среднесезонные показатели численности и биомассы инфузорий в озерах находятся в пределах 638–3497 тыс. экз./м³ и 0,03–0,82 г/м³ соответственно. При этом биомасса инфузорий составляет от 4,7 до 20,8% от общей биомассы зоопланктона.

Вертикальное распределение планктонных инфузорий в толще воды исследуемых озер носит различный характер.

1. Инфузории сосредотачиваются в поверхностных горизонтах в глубоких озерах, имеющих четкую летнюю стратификацию (Светлояр, Святое, Удомля).

2. Скопление инфузорий отмечается в толще воды в мелководных озерах глубиной от 1,5 до 6 м (Великое, Открытое, Сосновское, Песьво).

3. В июне–начале июля в мелководных озерах отмечается концентрация инфузорий в придонных горизонтах.

Горьковский госуниверситет

Г.В. Кузьмин, Ю.В. Ларионов

КОЛИЧЕСТВО И СОСТАВ ВЗВЕСЕЙ
ОЗЕР РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ТРОФИИ

Учет количества и состава взвесей проводился для изучения взвешенного органического вещества водоемов в зависимости от степени их евтрофирования. Были исследованы 3 озера Ярославской обл.: высокoeвтрофное Неро, мезотрофное Плещеево и дистрофное Большое.

Наибольшим содержанием взвешенных частиц в течение года характеризовалось оз. Неро: зимой 14–18 мг/л, летом до 58 мг/л на воздушно-сухой вес. В оз. Плещеево их количество зимой составляло 3–6 мг/л, летом возрастало до 11 мг/л. В оз. Большое содержание взвесей составляло зимой 2–5 мг/л, летом возрастало до 7 мг/л. Максимальное количество взвесей в озерах наблюдалось в периоды интенсивного развития фитопланктона или после длительного ветрового перемешивания воды (оз. Плещеево, август 1973 г.).

Состав взвесей этих водоемов существенно различен в течение года. Ориентировочные расчеты, основанные на данных микроскопического анализа, показали, что среднее за два года содержание детрита в озерах Большое, Плещеево и Неро соответственно составляло 70, 59 и 47% от общей массы взвесей. Различна и природа детрита озер. Если в дистрофном оз. Большом он в основном представлен торфянистыми частицами, то в высокoeвтрофном оз. Неро в нем преобладали частично разрушенные клетки водорослей, нередко сохранявшие цвет живых клеток. Число минеральных частиц во взвесах озер было незначительным. Остальная часть взвесей представлена фитопланктоном. Его массовое развитие в оз. Неро наблюдалось в течение всего вегетационного периода. В это время водоросли составляли 50–95% общего количества взвесей. В озерах Плещеево и Большое отмечались отдельные вспышки развития фитопланктона в июне и октябре. „Зимующий“ фитопланктон в оз. Неро составлял 15–50, а в оз. Плещеево 0–30% общего числа взвесей. Заметим, что присутствие зимой живых водорослей в воде и грунтах водоемов – явление достаточно распространенное [6, 7].

Известно, что как общее численное развитие фитопланктона, так и видовое представительство различных систематических отделов водорослей могут служить хорошим показателем степени трофии водоема [7]. Так, в высокoeвтрофном оз. Неро в летний сезон наблюдалось мощное цветение воды, вызванное развитием протококковых [*Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *P. duplex* Meyen, *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb] и синезеленых (*Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Gloeocapsa*) водорослей. Такая же картина отмечалась в озере ранее [2, 3, 4] и наблюдается в других ев-

Количество и состав взвесей трех озер Ярославской обл.

Дата	Оз. Большое			Оз. Плещеево			Оз. Неро		
	вес взвесей, мг/л	% фито- планктона	преобладающие виды	вес взвесей, мг/л	% фито- планктона	преобладающие виды	вес взвесей, мг/л	% фито- планктона	преобладающие виды
Август	4,2	15	Десмидиевые	-	-	-	38,6	60	Протококковые, синезеленые
Октябрь	6,4	40	Десмидиевые, пирофитовые	5,2	80	Диатомовые, зеленые	44,0	80	Протококковые, синезеленые, диатомовые
Декабрь	4,8	0	Планктона нет	1,9	30	Зеленые, диатомовые	18,0	50	Протококковые, диатомовые
1 9 7 2 г.									
Апрель	1,8	0	Планктона нет	2,2	5	Диатомовые	13,6	20	Протококковые
Июнь	8,7	94	Десмидиевые, золотистые	5,2	70	Диатомовые, зеленые, синезеленые	32,4	60	Протококковые, синезеленые
Август	3,6	1	Планктона нет	10,8	10	Зеленые	58,0	50	Протококковые, синезеленые
Октябрь	7,2	90	Десмидиевые, вольвоксовые	4,0	95	Диатомовые	14,0	95	Протококковые, синезеленые, диатомовые
Декабрь	3,6	0	Планктона нет	6,4	0	Планктона нет	13,6	15	Протококковые, синезеленые, диатомовые
1 9 7 3 г.									

трофных водоемах в настоящее время [10]. Осенью в оз. Неро активно вегетировали диатомовые (*Stephanodiscus*, *Fragilaria*), однако их численное развитие не превышало 30%. Поздней осенью и даже зимой в фитопланктоне доминировали протококковые и синезеленые, составлявшие более 50% общего числа водорослей. Помимо водорослей в состав взвесей оз. Неро входили и разложившиеся остатки высшей водной растительности. Зимой их содержание вместе с детритом планктонного происхождения достигало 80% и более от общего количества взвесей.

Фитопланктон мезотрофного оз. Плещеево значительно беднее и по численности и по видовому разнообразию. Протококковые встречались единично. Развитие синезеленых было незначительным и составляло 10–15% от общего количества фитопланктона. Основную массу водорослей в озере составляли диатомовые, из которых преимущественно развивались *Asterionella formosa* Hass., *Melosira varians* Ag., *M. italica* (Ehr.) Kuetz., *Fragilaria capucina* Desm. В период интенсивного развития (июнь, октябрь) они достигали 95% общего количества взвесей. Из зеленых чаще встречались *Pandorina morum* (Muell.) Bory. и виды *Closterium*. Зимой и перед вскрытием озера в воде встречались виды *Melosira*, а в грунтах в активном состоянии присутствовали зеленые водоросли.

Водоросли оз. Большое ранее не изучались. Наши данные о составе фитопланктона относятся к периоду 1972–1973 гг. Его численное развитие было незначительным. Основную роль в планктоне играли десмидиевые (*Cosmarium*, *Staurostrum*, *Closterium*), которым сопутствовали ацидофильные диатомовые (*Eunotia*) и золотистые водоросли, причем клетки водорослей имели малые размеры даже в сравнении с фитопланктоном мезотрофного оз. Плещеево, что характерно для планктона дистрофных озер [11]. Пики развития фитопланктона приходились на июнь и октябрь. В этот период водоросли составляли 90% и более содержания взвесей.

Со степенью трофии исследованных нами озер довольно хорошо согласуется и общее количество бактерий, что характерно и для других водоемов [5, 8, 9]. Сезонные изменения численности бактерий в озерах в общем повторяли динамику фитопланктона. Так, число бактерий в оз. Неро зимой составляло 2–5 млн., летом – до 14 млн. кл/мл; в оз. Плещеево зимой – 0,7–1,0 млн., летом – до 2,8 млн. кл/мл; в оз. Большое – 0,2–0,5 и 2,7 млн. кл/мл соответственно.

Таким образом, количественное соотношение различных генетических типов взвесей от озера к озеру меняется достаточно четко (см. таблицу), находясь в зависимости от комплекса биологических, физико-географических и физико-химических условий. Поэтому количественный учет состава взвешенного вещества может быть использован как для характеристики продуктивности водоема, его кормовых условий [1], так и для оценки лабильности органического вещества взвесей.

1. Б и о л о г и ч е с к а я продуктивность озер разного типа. (Винберг Г.Г., Бабицкий В.А., Гаврилов С.И. и др.). - В кн.: Биопродуктивность озер Белоруссии. Минск, 1971, с. 5-33.
2. Б о л о х о н ц е в Е.Н. Фитопланктон Ростовских озер. - Землеведение, 1903, кн. 1У, с. 47-54.
3. Г р е з е Б.С. Исследования озера Неро в гидробиологическом и рыбохозяйственном отношении. Ч. I. Гидрология. - В кн.: Ростовский краевед. Ростов-Ярославский, 1929, с. 1-24. (Сб. Ростовского науч. о-ва по изуч. местного края, вып. 1).
4. И л ь и н с к и й А.Л. О фитопланктоне озер Ярославской области. - В кн.: Озера Ярославской области и перспективы их хозяйственного использования. Ярославль, 1970, с. 273-303.
5. К у з н е ц о в С.И. Применение микробиологических методов к изучению органического вещества в водоемах. - Микробиология, 1949, т. 18 (3), с. 203-214.
6. К у з ь м и н Г.В., Б а л о н о в И.М. О подледном цветении воды Рыбинского водохранилища. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1974, № 21, с. 21-25.
7. Л е п н е в а С.Г. Жизнь в озерах. - В кн.: Жизнь пресных вод. М.-Л., 1950, т. 3, с. 257-552.
8. Р о д и н а А.Г. Микробное население гумифицированных озер. - Микробиология, 1969, т. 38, № 3, с. 531-537.
9. Р о м а н е н к о В.И. Микробиологические процессы в водохранилищах разных типов. - Автореф. канд. дис. М., 1964. 19 с.
10. Т о п а ч е в с к и й А.В., Б р а г и н с к и й Л.П., С и р е н к о Л.А. Массовое развитие синезеленых водорослей как фактор загрязнения и самоочищения водохранилищ. - В кн.: Лимнологическое исследование Дуная. Киев, 1969, с. 86-87.
11. P a r s o n s T.R., T a k a h a s h i M. Environmental control of phitoplankton cell size. - Limnol. a. Oceanogr., 1973, vol. 18, N 4, p. 511-524.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И.М. Балонов

НОВЫЙ ДЛЯ ФЛОРЫ СССР ВИД РОДА *CHRYSOSPHAERELLA* LAUT. (*CHRYSOPHYTA*)

В 1969 г. Кристиансен [2] привел полученную с помощью электронного микроскопа фотографию кремниевой чешуйки золотистой водоросли, найденной в озерах Швеции. Он идентифицировал этот фрагмент как *Chrysosphaerella multispina* Bradley [1]. Позднее Кристиансен поместил в своей работе [3] снимки аналогичных чешуек из оз. Котенау (Канада), определив их на этот раз как *Spiniferomonas trioralis* Takahashi [4]. Дальнейшее изучение материала и сопоставление с пробами, собранными в водоемах штата Мичиган (США), позволили Кристиансену и Вуджику доказать, что оба фрагмента принадлежат ранее неизвестной золотистой водоросли рода *Chrysosphaerella* Laut. Вид этот ими описан под названием *C. coronacircumspina* Wujek et Kristiansen [5]. Причем в США эта водоросль принимала участие в цветении эвтрофного озера при температуре воды 27° и активной реакции среды 8.6 [5].

Нами *C. coronacircumspina* была обнаружена в озерах Вологодской и Калининской областей, Карелии, а также в Рыбинском водохранилище. Максимальная численность этого вида 68 тыс. кл/л и биомасса 0.046 мг/л (при общей биомассе фитопланктона 2.28 мг/л) были отмечены в оз. Благовещенском, при температуре воды 21.4° и активной реакции среды 8.0. Наибольшая часть от биомассы фитопланктона (4.9%) приходилась на эту водоросль в дистрофном оз. Черном (при 22.4°, pH 6.5), где она достигала 0.035 мг/л при численности 52 тыс. кл/л. Причем в оз. Черном наряду с одиночными клетками были найдены ранее неизвестные для этого вида колонии и цисты (рис. 1, а, в). Клетки в колонии имели небольшой покрытый слизью бесцветный стебелек до 2.1 мкм длиной (рис. 1, б). Изученные нами с помощью трансмиссионного электронного микроскопа Тесла-613 клетки из водоемов СССР несли шипики с основанием большего диаметра (3.8-5.9 мкм) по сравнению с иконотипом из озера штата Мичиган (3.5-4.0 мкм).

Новые находения позволили значительно расширить знания о экологии *C. coronacircumspina*, а также уточнить и дополнить диагноз вида.

Chrysosphaerella coronacircumspina Wujek et Kristiansen, 1977:191, fig. 4-7.

Клетки широкоовальные, реже грушевидные, 7-14 x 11-15 мкм, иногда образующие небольшие колонии. Перистый жгут до 27 мкм

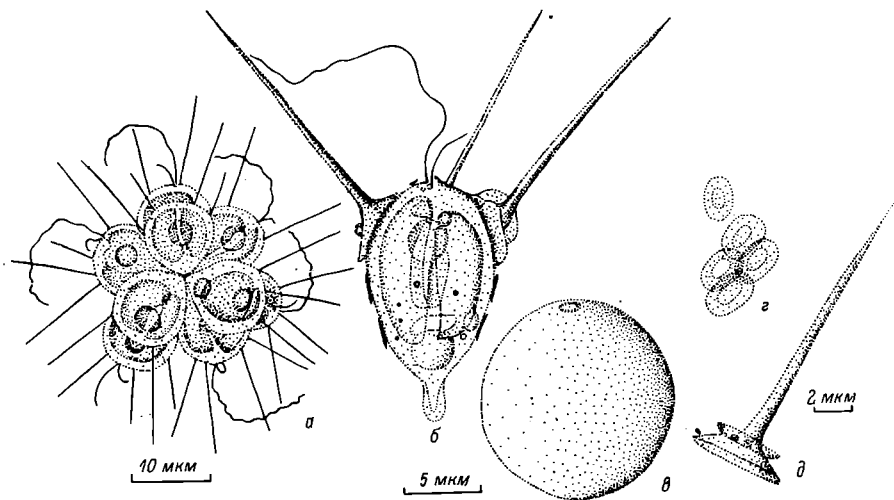


Рис. 1. Световая микроскопия *Chrysosphaerella coronacircumpina* Wujek et Kristiansen.

а - колония, б - отдельная клетка, в - циста, г - чешуйки, д - шип,

длиной, боковой - 3.5-6 мкм. Хроматофор двуллопастной, глубокорас-
сеченный. Ядро в передней части клетки. Капли лейкозина, жира и
две пульсирующие вакуоли в заднем ее конце (рис. 1). Чешуйки
овальные или широкоовальные, 1.6-3.2 x 0.7-2.3 мкм. Периферийная
зона шириной не более 0.45 мкм. Толщина ободка до 0.07 мкм. Ребра
короткие, до 0.20 мкм, образуют выгнутый поясик. Диаметр пор
пояска до 0.18 мкм. Центральное поле хорошо развито (рис. 1, г;
2, а-д). Шипики 7.0-26.0 мкм длиной, 4-12 на одной клетке. Ость
слабо изогнута. Апикальный конец с двумя небольшими неравными
зубцами (рис. 2, ж). Основание конически расширенное, до 2.1 мкм
диаметром, с крупной, до 0.95 мкм, округлой порой (рис. 2, г,
з). Базальный диск выпуклый, очень широкий, до 5.9 мкм диамет-
ром. Ножка отсутствует. Воронка до 3 мкм шириной, ажурная, с
порами в форме арки, диаметром 0.18-0.24 мкм (рис. 2, а, б, г,
д, з). Циста шаровидная, 12.3-14.8 мкм диаметром, с очень мел-
кими плотно расположенными точками.

М е с т о о б и т а н и е: реки, водохранилища, озера.

М е с т о н а х о ж д е н и е: озера Укшезеро, Сямозеро
(Карелия), р. Порозовица, оз. Благовещенское (Вологодской обл.),
озера Головка, Черное (Калининской обл.), Шекснинский плес Рым-
бинского водохранилища. Развивается летом, осенью, в озерах -
не редко, в реках и водохранилищах - единично.

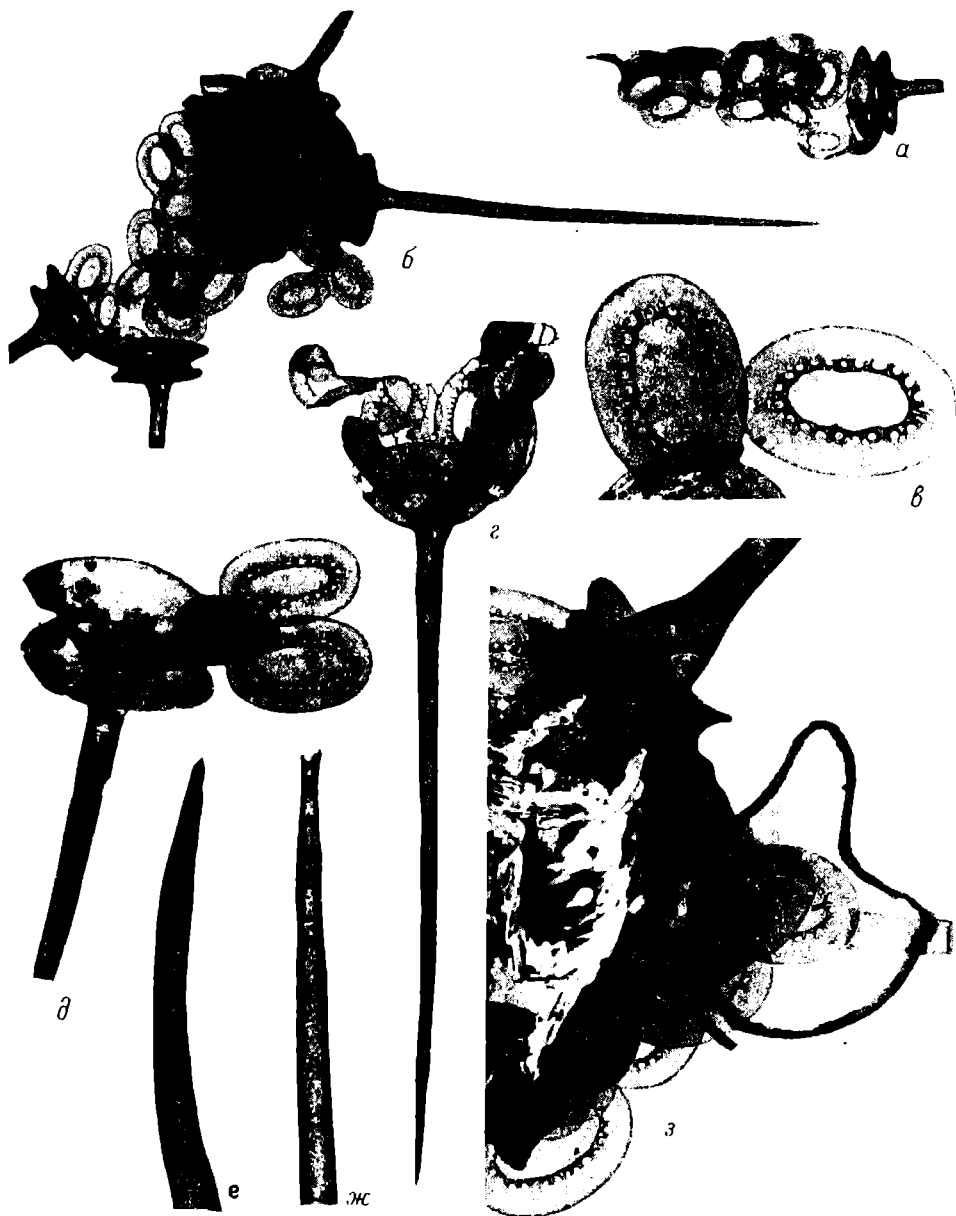


Рис. 2. Электронно-микроскопические снимки *Chrysosphaerella coronacircumspina* Wujek et Kristiansen.

а - фрагмент панциря, б - клетка, в - чешуйки, г - шип с чешуйками, д - основание шипа, е - апикальный конец шипа (вид сбоку), ж - апикальный конец шипа, з - жгуты.

Общее распространение: СССР, Швеция [2], США - Мичиган [5], Канада - Британская Колумбия [3].

C. coronacircumspina встречается в планктоне слабопроточных водоемов олиготрофного, мезотрофного, эвтрофного и дистрофного типов с июня по ноябрь при температуре воды 16.2-27.0° и активной реакции среды - 6.0-8.6. Она может быть отнесена к водорослям, способным вызывать в озерах цветение воды.

Л и т е р а т у р а

1. Bradley D. A study of the Mallomonas, Synura and Chrysosphaerella of Northern Iceland. - J. Gen. Microbiol., 1964, vol. 37, N 2, p. 321-333.
2. Kristiansen J. Chrysosphaerella multis-pina Bradley and some other remarkable Chrysophyceae from lake Straken, Aneboda, Sweden. - Österr. Bot. Z., 1969, vol. 116, p. 70-84.
3. Kristiansen J. Chrysophyceae from Alberta and British Columbia. - Syesis, 1975, vol. 8, p. 97-108.
4. Takahashi E. Studies on genera Mallomonas and Synura and other plankton in fresh water with the electron microscope. VII. New genus Spiniferomonas of the Synuraceae (Chrysophyceae). - Bot. Mag. Tokyo, 1973, vol. 86, p. 75-88.
5. Wujek D.E., Gretz M., Wujek M.G. Studies on Michigan Chrysophyceae. IV. - Michigan Bot., 1977, vol. 16, p. 191-195.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 582.251.4:581.9(28)

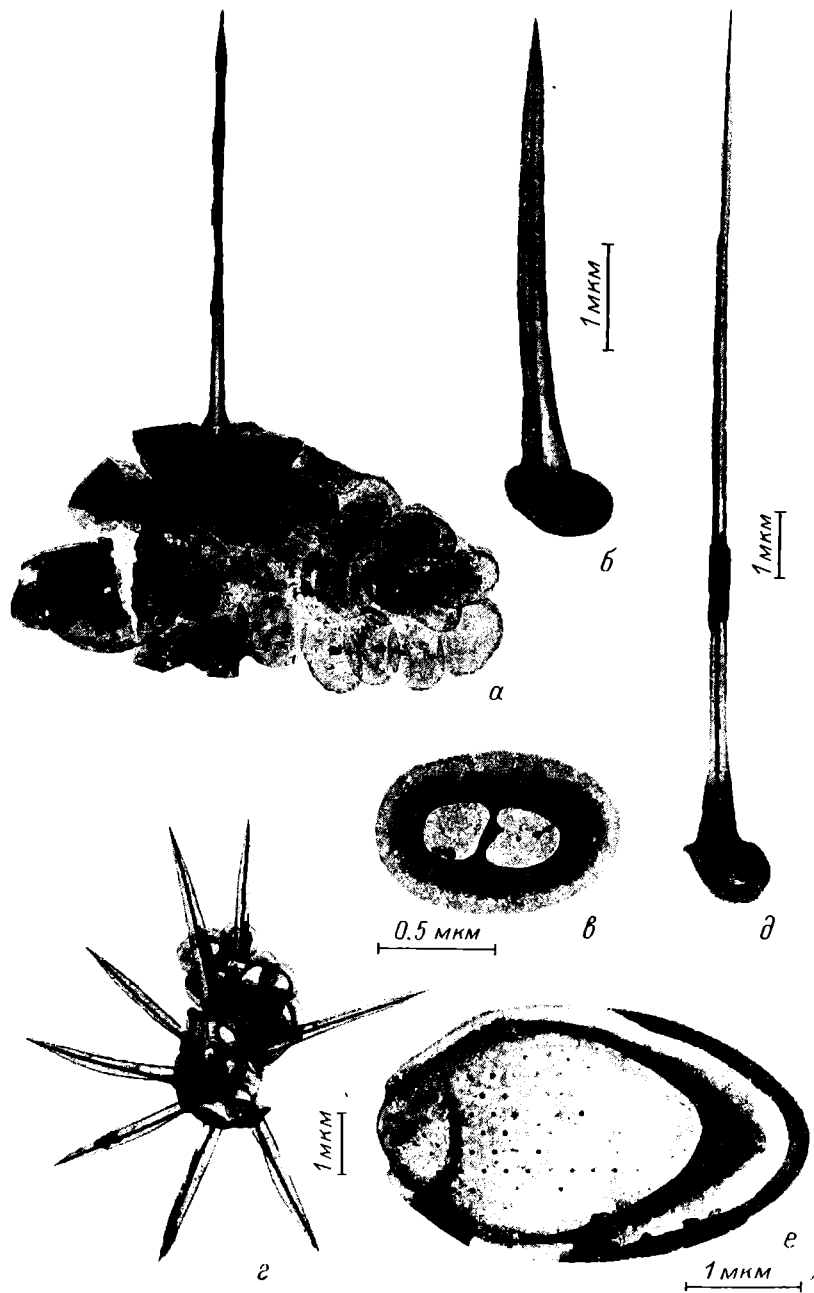
И.М. Б а л о н о в

ЗОЛОТИСТЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ВОДОЕМОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Роль золотистых водорослей в водоеме не исчерпывается фотосинтетической деятельностью и потреблением зоопланктоном [8]. Их способность питаться бактериями и выделять ароматические вещества в значительной мере определяют качество воды [1, 2, 4].

Сведения о золотистых водорослях водоемов Вологодской обл. исчерпываются работами Г.В. Кузьмина [6, 7] и Н.В. Кордэ [5].

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dinobryonaceae										
*Dinobryon borgei Lemm.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. suecicum v. longispinum Lemm.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. sociale Ehr.	-	1	-	-	1	1	1	-	1	-
D. sociale v. stipitatum (Stein.) Lemm.	-	-	-	1	-	1	-	1	1	1
D. sociale v. americanum (Brunnth.) Bachm.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
D. bavaricum Imh.	1	1	-	2	-	1	2	2	3	2
D. divergens Imh.	1	1	-	1	1	-	2	1	1	3
Chrysococcaceae										
*Kephyrion boreale Skuja	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
K. rubri-claustri Conrad	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Chrysococcus punctiformis Pasch.	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-
C. rufescens Klebs	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
C. biporus Skuja	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Synuraceae										
*Microglena cordiformis Conr.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*M. elliptica Conr.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. punctifera (Müller) Ehr.	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
*Paraphysomonas vestita (Stokes)	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Saedeleer										
*Spiniferomonas trioralis Takah.	1	-	-	1	1	1	1	-	1	1
*S. trioralis f. cuspidata Balonov	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
*S. bourrellii Takah.	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-
*S. bilacunosa Takah.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mallomonopsis elliptica Matv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*M. calceolus (Bradley) Belcher	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-



Статья Н.В. Кордэ посвящена исследованию водорослей на незарегулированной р. Шексне (1935-1938 гг.), а Г.В. Кузьмин изучал процесс формирования фитопланктона в первые годы (1962-1966) после создания Шекснинского водохранилища. В наиболее полной в флористическом отношении работе приведен список золотистых водорослей, включающий 83 видовых и внутривидовых таксона [7]. Однако сведения ограничиваются акваторией Шекснинского и Рыбинского водохранилищ. В этой же работе [7] автор указывает на значительное пополнение фитопланктона р. Шексны золотистыми водорослями из Северодвинского канала, рек Созьмы и Ковжи-шекснинской. Г.В. Кузьмин отметил и выпадение из планктона многих этих видов в нижнем течении р. Шексны.

Нами обработано 115 проб фитопланктона, собранных в 1976 г. в 10 водоемах Северо-Двинской системы на 32 станциях в 4 рейсах (I - май, II - июль, III - июль-август, IV - октябрь). В III рейсе пробы были собраны не на всех водоемах.

Качественная обработка проб сопровождалась визуальным определением частоты встречаемости водорослей по шестибальной шкале обилия С.М. Вислоуха [3].

Поскольку живой материал в экспедиции не просматривался и работать приходилось лишь с фиксированными пробами, идентифицировались лишь те виды, которые имеют достаточно жесткий панцирь, способный вынести методы концентрации и консервации.

Для точной идентификации водорослей наряду со световой была применена и электронная микроскопия. Сочетание этих методов позволило расширить список золотистых водорослей водоемов Вологодской обл. еще на 20 видов, разновидностей и форм. (см. рисунок).

В результате обследования оказалось, что наиболее насыщено видами золотистых водорослей Шекснинское водохранилище (включая оз. Белое), где было отмечено 35 таксонов. Несколько беднее оз. Благовещенское - 24 таксона (см. таблицу). Наименьшее число видов и их обилие зарегистрированы нами в Новинкинском (5) и Вытегорском (3) водохранилищах, что, вероятно, объясняется значительной мутностью воды из-за огромного количества взвешенных частиц, снижающих прозрачность этих водоемов до 5-10 см по диску Секки и в значительной мере подавляющих фотосинтез.

Электронно-микроскопические снимки новых для флоры СССР видов золотистых водорослей.

а - фрагмент панциря *Spiniferomonas bourrellii* Takahasi, б - шип *S. bilacunosa* Takahasi, в - чешуйка *S. bilacunosa* Takahasi, г - фрагмент панциря *S. trioralis* Takahasi, д - шип и чешуйка *S. trioralis* f. *cuspidata* Balonov, е - чешуйка *Mallomonopsis calceolus* (Bradley) Belcher.

В целом по Северо-Двинской системе число видов снижается по мере удаления от Шекснинского водохранилища. Однако в оз. Благовещенском и р. Порозовица оно вновь значительно возрастает. Наиболее распространенным оказался ранее не известный для Вологодской обл. вид *Paraphysomonas vestita* (Stokes) Saedeller, обладающий исключительно гетеротрофным способом питания. Этот вид был найден во всех обследованных водоемах (см. таблицу). Несколько реже, но зато обильнее встречались *Dinobryon bavaricum* Imh., *D. divergens* Imh., *Mallomonas acaroides* var. *striatula* Asmund, *M. crassisquama* (Asmund) Fott, *Synura petersenii* Korsch var. *petersenii*.

В сезонном аспекте развития золотистых водорослей наблюдаются 2 максимума, как и в других водоемах средней полосы: один приходится на май-июнь, второй на октябрь. Весенний пик значительно превышает осенний, что связано с особенностями физического и химического режима и с заносом золотистых водорослей в период половодья и паводка из пойменных водоемов. Летом эти водоросли также развиваются, хотя и не в столь значительном количестве.

В таблице отмечена наибольшая за период исследования оценка частоты встречаемости в каждом из водоемов.

Всего нами было найдено в озерах, водохранилищах и реках Вологодской обл., входящих в Северо-Двинскую систему, 45 видов разновидностей и форм, относящихся к 10 родам золотистых водорослей, 7 из которых принадлежат к сем. *Synuraceae* Lemm.

Л и т е р а т у р а

1. Балонов И.М., Ягодка С.Н. Влияние водорослей и зоофлагеллят на бактериальные популяции. — Тез. докл. конф. „Микробиологические методы борьбы с загрязнением окружающей среды“, Пушкино, 1975, с. 98–99.
2. Балонов И.М., Ягодка С.Н. О бактериальном питании золотистой водоросли *Ochromonas ovalis* Dofl. (*Chrysophyta*). — Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1977, № 33, с. 13–19.
3. В и с л о у х С.М. Биологический анализ воды. См.: Златогоров С.И. Руководство по теоретич. и практич. микробиологии. М., 1915, т. 7, № 8, приложение.
4. Г у с е в а К.А. „Цветение“ воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним. — Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, т. 4, 1952, с. 3–92.
5. К о р д э Н.В. Планктон р. Шексны до образования Рыбинского и Череповецкого водохранилищ. — Тр. Дарвинск. зап., 1974, вып. 12, с. 134–145.
6. К у з ь м и н Г.В. Фитопланктон озера Белого и реки Шексны. — Гидробиол. ж., 1966, № 5, с. 73–76.

7. Кузьмин Г.В. Водоросли планктона Шекснинского и сопредельной акватории Рыбинского водохранилища. - В кн.: Биология, морфология и систематика водных организмов. Л., 1976, с. 3-60.
8. Неизвестнова - Жадина Е.С. Коловратки. - В кн.: Жизнь пресных вод. Л., 1949, с. 146-194.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.355-18

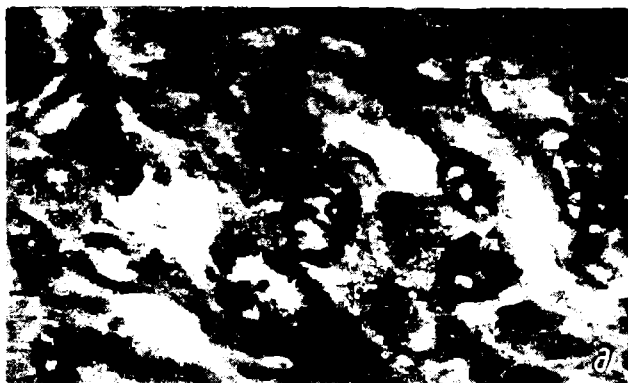
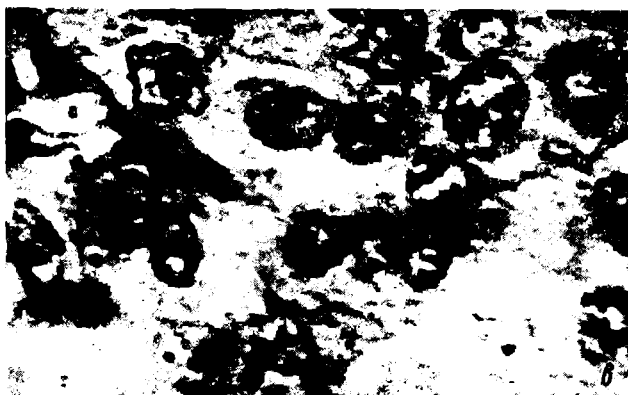
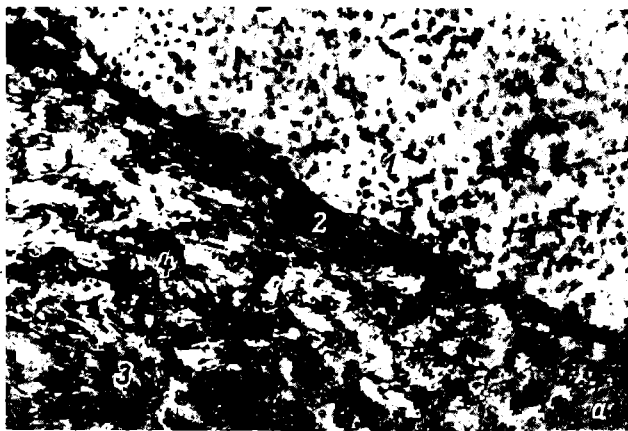
Ф.И. Межнин

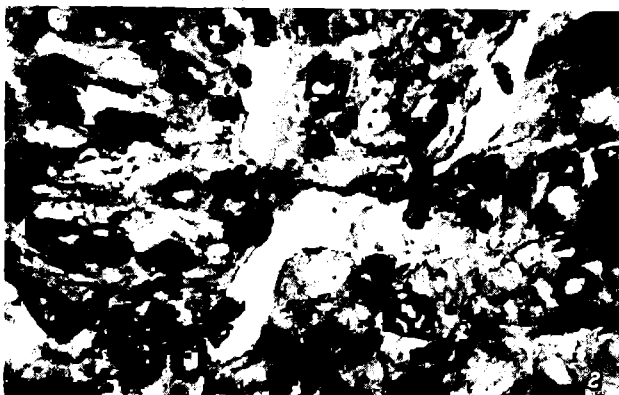
ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ
ИНТЕРРЕНАЛОВОГО ОРГАНА
И СУПРАРЕНАЛОВОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЛУЧИСТОГО СКАТА
Raja radiata Donovan

Ретциус [10] первый описал анатомию интерреналового органа у родов *Squalus* и *Raja* и отметил сходство интерреналовой железы акулообразных и кортикальной ткани птиц. Последующими исследованиями [3, 5, 6] показано, что у акул интерреналовое тело парное, а у скатов - непарное, причем расположено оно, как правило, между почками, почему некоторые авторы и называют его межпочечником. Интерреналовые тела разных акулообразных отличаются формой, величиной и степенью дольчатости. Описано несколько типов расположения интерреналовой ткани у селакхий [5]. В частности, некоторые акулы имеют стержневидный тип, многие скаты - седловидный и, наконец, компактный тип встречается и у акул, и у скатов.

Задача настоящей работы - изучение локализации и гистологического строения интерреналовой и супрареналовой (хромаффинной) тканей у лучистого ската. Материал для исследования взят от 9 особей, выловленных в Баренцовом море во время научной экспедиции. Материал фиксировали жидкостью Буэна и заливали в парафин через метилбензоат-бензол. Серийные срезы толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилином и эозином или пикроиндигокармином, железным гематоксилином по Гейденгайну и азановым методом.

У лучистого ската крупное непарное интерреналовое тело расположено между почками в каудальной части брюшной полости в тесном соседстве с гонадами. Тело покрыто мощной соединительнотканной фиброзной капсулой (см. рисунок, а), от нее отходят тонкие прослойки соединительной ткани, которые делят железу на дольки (см. рисунок, б). Между дольками интерреналового орга-





Морфология интерреналовой железы и хромаффинной ткани лучистого ската.

а – топографическое соседство интерреналового органа и хромаффинной ткани (здесь и далее: Буэн, гематоксилин, пикроиндигокармин; об. 9, ок. 10х); б – ацинусы интерреналового органа (об. 40, ок. 10х); в – интерреналовые клетки (об. имм. 90, ок. 10х); г – хромаффинная ткань (об. 40, ок. 10х); д – хромаффинные клетки (об. имм. 90, ок. 10х). 1 – интерреналовый орган, 2 – капсула интерреналового органа, 3 – супрареналовое тельце, 4 – капсула супрареналового тельца, 5 – ацинусы интерреналового органа, 6 – кровеносные капилляры.

на проходят многочисленные кровеносные капилляры. Полиморфные, чаще вытянутые интерреналовые клетки образуют „ацинусы“. Цитоплазма интерреналовых клеток крупнозернистая, слегка оксифильная. Овальные и круглые ядра интерреналовых клеток (см. рисунок, в) богаты хроматином и лежат в базальной части клеток. Крупное ядрышко располагается в центре ядра или эксцентрично.

Островки супрареналовой ткани лежат на ветвях дорсальной аорты в виде парных телец, которые располагаются сегментарно и тянутся вдоль всего туловища, образуя цепочки по обе стороны позвоночного столба. Иногда хромаффинные тельца находятся в непосредственном соседстве с интерреналовым органом, от которого отграничены лишь соединительнотканной капсулой (см. рисунок, а). Супрареналовые тельца также покрыты соединительнотканной капсулой, в их паренхиме проходит много кровеносных сосудов и капилляров (см. рисунок, г). Паренхима супрареналовых телец представлена хромаффинными клетками различной величины и формы, которые образуют островки в рыхлой соединительной ткани и окружены синусоидными капиллярами. Ядра хромаффинных клеток различной величины, могут быть круглыми и овальными, локализуются в центре клеток или эксцентрично (см. рисунок, д). Четко выраженное ядрышко чаще расположено в центре ядра, в котором имеются глыбки и нити хроматина.

Пластинжаберные (акулы и скаты) стоят значительно выше круглоротых по уровню организации и топографии интерреналовой железы. У хрящевых рыб интерреналовая ткань сконцентрирована в компактном органе (непарный у скатов и парный у акул), в то время как у примитивных позвоночных-круглоротых эта ткань в виде пакетов и скоплений клеток рассеяна вдоль туловища и частично в почках, прикрепляясь иногда к стенкам посткардинальных вен.

Супрареналовая железа позвоночных – производное вегетативной нервной системы. Параллельно с развитием и совершенствованием симпатической нервной системы у них преобразуется и хромаффинная ткань. Эти преобразования выражаются изменением ее топографии, гистологического строения, ультраструктуры и функциональных особенностей. У круглоротых, имеющих примитивную организацию симпатической нервной системы, основная масса хромаффинной ткани сосредоточена в стенках сердца и крупных сосудах туловища. У хрящевых рыб с усложнением симпатической нервной системы хромаффинная ткань также изменяет свое местоположение. У скатов и акул супрареналовая ткань в виде инкапсулированных телец лежит метамерно по обе стороны позвоночника симметрично с цепочкой симпатических ганглиев. Частично хромаффинная ткань сохраняется еще на вентральной поверхности аорты и стенках сегментарных межреберных артерий. Дальнейшего прогресса супрареналовая железа достигает у костистых рыб [1, 2, 4, 7-9].

Как и у круглоротых, у пластиножаберных интерреналовая и супрареналовая ткани совершенно изолированы. Однако Фрээр [6] отмечал тесную анатомическую связь интерреналового органа и хромаффинной ткани у скатов. Близкое соседство интерреналового органа и супрареналовой железы у пластиножаберных – чисто топографическое. Поскольку хромаффинная ткань хрящевых рыб расположена сегментарно в виде телец, то в месте локализации интерреналового органа супрареналовая ткань лежит в непосредственной близости от интерреналовой железы.

Таким образом, пластиножаберные имеют высокую организацию и специализацию интерреналовой железы; несмотря на то что они находятся довольно далеко от основного ствола эволюции. У хрящевых рыб концентрация хромаффинных клеток в виде телец – признак прогресса в развитии супрареналовой железы. Но их расположение вдоль тела свидетельствует о примитивной организации этой ткани.

Л и т е р а т у р а

1. М е ж н и н Ф.И. Интерреналовая и хромаффинная ткань пресноводных рыб. – *Вопр. ихтиол.*, 1972, т. 12, вып. 4, с. 733-748.
2. М е ж н и н Ф.И. Адrenокортикальная система и хромаффинные клетки осетровых. – В кн.: *Антропогенные факторы в жизни водоемов*. Л., 1975, с. 175-182.
3. A b o i m A.N. L'organe interrénal des Sélaciens. Étude cytologique, histochemique et histophysiological. – *Arch. Port. Sci. Biol.*, 1944, vol. 7, N 2, p. 89-134.
4. B a e c k e r R. Ueber die Nebennieren der Teleostier. – *Z. mikr.-anat. Forsch.*, 1928, Bd 15, S. 204-237.
5. C h e s t e r J o n e s J. The adrenal cortex. Cambridge, 1957, 371 p.
6. F r a s e r A.H.H. Lipin secretion in the elasmobranch interrenal. – *Quart. J. micr. Sci.*, 1929, vol. 73, N 289, p. 121-134.
7. G i a c o m i n i E. Ulteriori ricerche anatomo-microscopiche e organogenetiche sul sistema interrenale e sul corpuscoli di Stannius dei Teleostei e dei Ganoidi. – *Rend. Acad. Cl. Sci. Fis.*, n.s., Bologna, 1934, vol. 38, p. 127-140.
8. K r a u t e r D. Zur Histologie der Nebennieren der Knochenfische. – *Mikrokosmos*, 1951, Bd 41, S. 10-12.
9. N a n d i J. The structure of the interrenal gland in teleost fishes. – *Univ. California Publ. Zool.*, 1962, vol. 65, N 2, p. 129-211.
10. R e t z i u s. Observationes in anatomiam chondropterygiorum. Lundae, 1819 (Cit. from Aboim, 1944).

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И.И. Боголепова

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КИШЕЧНИКА
НЕКОТОРЫХ КАМАЛЛЯНАТ

Известны лишь единичные работы, посвященные гистологическому строению кишечника камаллянат [3, 6-10]. Из-за ограниченности фактического материала сколько-нибудь подробная характеристика их кишечника невозможна. Сравнительные данные по морфометрии кишечных клеток разных отделов кишечника отсутствуют.

Настоящая работа является фрагментом исследований по сравнительной функциональной морфологии пищеварительной системы паразитических нематод, проводимых на курсе зоологии Ленинградского ветеринарного института и посвящена микроструктуре кишечника двух видов камаллянат - *Philometroides lusiana* Vismanis, 1962 и *Camallanus lacustris* Zoega, 1776. Тонкое строение *Ph. lusiana* до сих пор не изучалось. По *C. lacustris* имеются лишь сведения о топографии в кишечнике липидов и гликогена [4].

Материал по *Ph. lusiana* (локализация - чешуйные кармашки карпа) был прислан К.О. Висманис из Латвии, по *C. lacustris* (локализация - кишечник окуня) из Рыбинского водохранилища - передан Н.А. Изюмовой.

Кусочки гельминтов, не более 1 см длиной, были фиксированы жидкостью Буэна и 10%-м нейтральным формалином. Заливка производилась в парафин через метилбензоат-целлоидин или хлороформ. Срезы толщиной 5 мкм окрашивались гематоксилином Гарриса, Бемера, железным гематоксилином Гейденгайна и азановым методом Гейденгайна. Кариометрия и измерение клеток проводились окулярным микрометром на 100 срезах от каждого вида.

Кишечная трубка *C. lacustris* располагается в середине полости тела червя. Стенка кишки образована однослойным эпителием и лишена мышечных элементов. В кишечнике четко выделяются три отдела: ventрикулярный, собственно средний, преректальный. Эпителиальные клетки этих отделов отличаются по форме, размерам и особенно по высоте щеточной каймы (см. таблицу). В ventрикулярном отделе кишечные клетки узкие, высота их примерно в два раза меньше ширины. Щеточная кайма 8-12 мкм, т.е. чуть меньше высоты самой клетки.

В собственно среднем отделе кишечника ширина клеток варьирует. Щеточная кайма расположена значительно ниже, чем в ventрикулярном отделе.

В преректальном отделе диаметр кишечника максимальный за счет большей ширины клеток. Их ширина в 3-5 раз превышает высоту. Именно здесь наблюдаются наибольшие вариации в высоте клеток. Ядра клеток этого отдела кишечника крупнее, имеют оваль-

Морфологическая характеристика кишечника нематод, мкм

Вид	Отдел кишечника	Диаметр кишечника	Количество клеток на поперечном срезе	Высота клетки		Ширина клетки	Высота щеточной каймы	Размер ядер
				высокие	низкие			
Camallanus lacustris	Вентрикулярный	60-62x60-65	18-22	13,2-15,6 (изоцитозные)		6,2-3,3	8,4-12,0	3,6-4,9x3,6-4,8
	Средний	70-80x50-60	16-22	12,0-13,1 (изоцитозные)		7,0-13,2	2,4-3,6	2,4-3,6x3,4-3,6
	Преректальный	195-198x70-80	20-25	7,2-12,0 (изоцитозные)		20,1-38,5	2,4-4,0	3,6-4,0x6,0-8,2
Philometroides	Вентрикулярный	40-60x66-108	8-14 (редко до 18)	14,4-36,0 (изоцитозные)	6,0-12,0	6,0-18,0	1,2-2,4 (редко до 4,8)	4,8-6,0x6,0-9,6
	Средний	42-60x108-180	20-37	3,6-7,2 (изоцитозные)		4,8-14,4	1,2-2,4 (редко до 4,0)	3,6-4,8x3,0-3,6

ную форму. В вентрикулярном отделе ядра располагаются почти в середине клетки, а в среднем и преректальном отделах кишечника *C. lacustris* они находятся ближе к апикальному концу клеток.

Количество гликогена в тканях *C. lacustris* невелико. В пищеводе и кишечнике гликоген выявляется в виде мелкой редкой красной зернистости (ШИК – реакция), придающей цитоплазме бледно-розовую окраску. Таким образом, несмотря на то что этот вид обитает в кишечнике закрытопузырной рыбы (окунь), его метаболизм сдвинут в сторону аэробноза. Это может быть объяснено рядом причин: наличием у нематод рода *Camallanus* дыхательных пигментов типа гемоглобина, которые способны связывать кислород при его низком парциальном давлении [5], способностью этих нематод питаться кровью хозяина и небольшими размерами паразита. Отсутствие в кишечнике нематоды форменных элементов крови объясняется, по нашему мнению, сильно развитым внекишечным пищеварением, которое осуществляется ферментами, выделяемыми в первую очередь дорсальной железой пищевода. Рассмотрение тонкого строения кишечника позволяет выявить явления апокриновой и мерокриновой секреции, которые имеют место в вентрикулярном и собственно среднем отделах кишечника и проявляются морфологически в расширении апикальных концов клеток, в скоплении вакуолей, видимых в апикальных концах клетки, и отрыве части клеток, что подтверждает развитие у камаллянат также и полостного пищеварения.

У *Ph. lusiana* обнаружены особые морфологические отличия (см. таблицу). Вентрикулярный отдел кишечника чрезвычайно сильно отличается от остальной части средней кишки: он образован крупными одно-, двух- и многоядерными клетками, имеющими низкую, иногда с трудом различимую при световой микроскопии щеточную кайму. В щеточной кайме видны бесцветные вакуоли, а также клетки, выходящие в кишечную полость. Эти явления можно трактовать как апокриновую и голокриновую секреции.

Необычная черта, ранее не выявленная у других нематод [1], – резкий, а не плавный переход вентрикулярного отдела кишки в собственно средний. При этом кишечные клетки вентрикулярного отдела вдаются в средний в виде воронки, образуя своеобразный клапан (сходный с пищеводнокишечным), который играет ту же функциональную роль – препятствует обратному ходу пищевых масс.

От вентрикулярного отдела кишечника у ряда особей отходит отросток диаметром 36,0–43,2х48,0–60,0 мкм, идущий параллельно пищеводу на 200 мкм и более. На его поперечном срезе насчитывается 8–10 одноядерных клеток высотой 10,0–18,5 мкм. Величина ядер различна и колеблется в близком диапазоне, что и диаметр ядер остальных кишечных клеток вентрикулярного отдела. Щеточная кайма почти не заметна.

Собственно средний отдел кишечника как всегда наиболее длинная часть кишечной трубки. На поперечном разрезе насчитывается 25 – 40 одноядерных клеток. Клетки чаще имеют характерную четко-образную форму. Форма просвета кишечника овальная.

Средний отдел кишечника постепенно переходит в преректальный. Этот отдел у всех нематод имеет чаще всего складки и, следовательно, максимальный диаметр. На поперечном срезе насчитывается 30–40–50 клеток. Они широкие, их высота меньше ширины. Щеточная кайма здесь самая высокая и достигает 2,4–3,6 мкм.

У *Ph. lusiana* гистохимически выявлялся только гликоген. Этот углевод находится в кишечных клетках в незначительном количестве. Положительную ШИК-реакцию проявляет лишь щеточная кайма и содержимое кишечника. Розовый цвет приобретает (после ШИК-реакции) полостная жидкость.

Ограниченность проведенных исследований не позволяет выявить характер обмена веществ у этого гельминта. Априорно, однако, принимая во внимание локализацию паразита, его питание кровью и тканями хозяина (в полости передней части вентрикулярного отдела видны изредка обрывки клеток и форменные элементы крови), а также наличие очень небольших запасов гликогена в тканях нематоды, можно предположить определенный сдвиг метаболизма *Ph. lusiana* в сторону аэробноза.

Таким образом, четкое морфофункциональное разделение кишечника на отделы по-разному выражено у различных камаллянат и свидетельствует о значительной дифференциации их кишечной трубки.

Л и т е р а т у р а

1. Б о г о л е п о в а И.И. Микроморфологические и некоторые гистохимические особенности кишечника представителя спинулат. – Сб. работ Лен. вет. ин-та, 1971, т. 32, с. 314–318.
2. Б о г о л е п о в а И.И. Микроморфологические особенности кишечника некоторых спинулат. – Сб. работ Лен. вет. ин-та, 1974, т. 39, с. 160–166.
3. Г и н е ц и н с к а я Т.А., У с п е н с к а я З.И. Характер отложения гликогена и жира в тканях гельминтов рыб в зависимости от места их локализации в теле хозяина. – *Helminthologia* (USSR), 1965, т. 6, № 1–4, с. 319–332.
4. Д о б р о х о т о в а И.И. Гистологическое строение кишечника *Ascaridia galli*. – *Паразитол. сб.*, 1969, т. 24, с. 74–84.
5. М а р к о в Г.С. Физиология паразитов рыб. – В кн.: Основные проблемы паразитологии рыб. Л., 1958, с. 122–143.
6. C h i t w o o d B.G., C h i t w o o d M.B. An introduction to Nematology. sect. 1. Anatomy. Washington, 1950, 213 p.
7. H e t h e r i n g t o n D. Comparative studies of certain features of nematodes and their significance. – *Jllin. Biol. Monographs*, 1923, vol. 8, N 2, p. 1–62.
8. J ä g e r s k i ö l d L.A. Beiträge zur Kenntnis der Nematoden. – *Zoolog. Jahrbuch. Abt. Anat. u.*

- Ontogene Tiere, 1894, Bd. 7, H. 3, S. 449-532.
9. M a g a t h T. B. *Camallanus americanus* nov. sp. - Trans. Amer. Microscop. Soc., 1919, vol. 38, N 2, p. 49-170.
10. T ö r n q u i s t N. Die Nematodenfamilien Cucullanidae und Camallanidae nebst weiteren Beiträgen zur Kenntnis der Anatomie und Histologie der Nematoden. - Göteborgs Kgl. vet.- och vitterhets-samhäl. handl., 1931, Sjätte föliden, Ser. B, Bd 5, N 2. 441 S.

Ленинградский ветеринарный институт

УДК 597-153:57.087.1

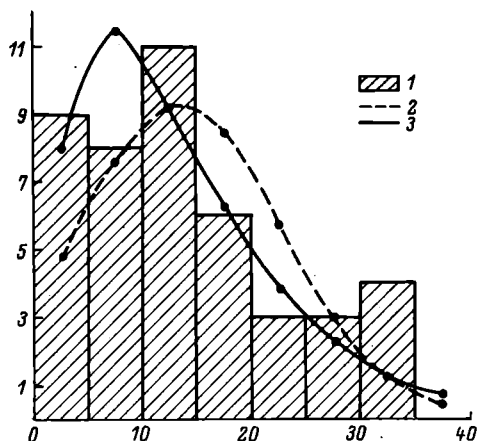
А.И. Б а к а н о в, В.И. К и я ш к о

ОСОБЕННОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ПО ПИТАНИЮ РЫБ

Характерной чертой современных экологических исследований является количественный подход к описанию процессов, происходящих в экосистемах. Он требует не только количественных измерений всех необходимых параметров экосистем, но и обязательной оценки точности таких измерений и расчетов. Особенно это касается промысловой ихтиологии как науки, имеющей важное практическое значение. Несмотря на указания соответствующих руководств, биометрическая обработка материалов по питанию рыб практически не применяется. При изучении питания ерша Рыбинского водохранилища мы столкнулись с некоторыми особенностями материала, которые необходимо учитывать при статистической его обработке.

Нам требовалось выяснить, различается ли характер питания ерша в отдельные месяцы 1977 г., а также в каких пределах колеблются показатели питания изучаемых рыб, в качестве которых были выбраны величины общего индекса наполнения желудка (ОИН) и количество содержащихся в желудке одной рыбы личинок мотыля

Chironomus plumosus L. - основного компонента пищи. В статистике для этого определяется стандартная ошибка средней арифметической и после этого рассчитываются доверительные интервалы с 95%-й вероятностью. Составляя вариационные ряды мы обнаружили, что во многих из них распределение частот явно асимметрично, т.е. не соответствует нормальному распределению. Часто исследователи механически применяют методы, изложенные в популярных учебниках биометрии, не обращая внимание на то, что большинство их разработано для нормального распределения. В „Методиче-



Выравнивание эмпирического ряда распределения численности мотыля в желудках ерша с помощью теоретических распределений.

1 – эмпирические частоты, 2 – частоты нормального распределения, 3 – частоты ОБР. По оси ординат – количество рыб; по оси абсцисс – количество мотылей.

ском пособии по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях" [3] имеется специальная глава о биометрической обработке, однако вопрос о необходимости предварительного выяснения, какому теоретическому статистическому распределению соответствует наблюдаемое эмпирическое распределение, даже не ставится. А это может привести к грубым ошибкам. Используя общеупотребительный в таких случаях критерий соответствия χ^2 (критерий Пирсона) мы выяснили, что данные по величинам ОИН и по количеству личинок мотыля в желудке, как правило, аппроксимируются отрицательным биномиальным распределением (ОБР). Расчеты теоретических частот и параметров ОБР велись в соответствии с рекомендациями К.А. Бреева [2]. Это распределение характерно для многих экологических и физиологических показателей. В частности, изучение нами бентоса Рыбинского водохранилища показало, что доминирующие виды его, как правило, распределены по ОБР. Редкие и малочисленные организмы в водоеме распределяются в соответствии с законом Пуассона (закон редких событий); оказывается, что распределение их по желудкам ерша тоже соответствует этому закону. В данном материале к таким организмам относились водяной ослик *Asellus aquaticus* L., мелкие личинки хирономид, ракообразные и другие случайные компоненты питания. Иногда эмпирические частоты по критерию χ^2 соответствовали одновременно и нормальному распределению и ОБР. Подобный случай показан на рисунке, где χ^2 для нормального распределения равен 6.18,

Основные статистические характеристики показателей питания ерша

Месяц	Статистические характеристики					
	n	\bar{X}	σ^2	$S_{\bar{X}}$	D	\lim_{OBR}
Май	$\frac{35}{42}$	$\frac{168.2}{5.1}$	$\frac{21578}{53.9}$	$\frac{24.8}{1.13}$	$\frac{128}{11}$	$\frac{79-358}{3.3-7.9}$
Июнь	$\frac{44}{42}$	$\frac{256.4}{4.7}$	$\frac{36419}{49.5}$	$\frac{28.8}{1.09}$	$\frac{142}{11}$	$\frac{175-376}{3.1-7.0}$
Июль	$\frac{27}{26}$	$\frac{179.3}{2.1}$	$\frac{20026}{23.1}$	$\frac{27.2}{0.94}$	$\frac{112}{11}$	$\frac{108-298}{1.3-3.3}$
Август	$\frac{45}{45}$	$\frac{172.8}{0.22}$	$\frac{21621}{0.59}$	$\frac{21.9}{0.12}$	$\frac{125}{2.7}$	$\frac{88-337}{0.19-0.26}$
Октябрь	$\frac{52}{53}$	$\frac{138.6}{7.5}$	$\frac{10901}{50.8}$	$\frac{14.5}{0.98}$	$\frac{79}{6.8}$	$\frac{82-234}{5.4-10.4}$
Ноябрь	$\frac{34}{34}$	$\frac{120.7}{8.5}$	$\frac{15192}{95.0}$	$\frac{21.1}{1.67}$	$\frac{126}{11}$	$\frac{70-209}{5.5-13.2}$
Среднее за сезон	$\frac{237}{242}$	$\frac{173.4}{5.43}$	$\frac{22422}{56.7}$	$\frac{9.73}{0.48}$	$\frac{129}{10.5}$	$\frac{137-220}{4.5-6.5}$

Примечание. n - количество исследованных рыб, \bar{X} - средняя арифметическая показателей питания, σ^2 - дисперсия, σ^2 - дисперсия, $S_{\bar{X}}$ - стандартная ошибка \bar{X} для нормального распределения D - показатель дисперсии, \lim_{OBR} - доверительный интервал для нормального распределения, \lim_{OBR} - то же для OBR. В числителе - данные по ОИН, в знаменателе - по численности мотыля.

для ОБР - 4.0, табличное значение его для трех стандартных уровней значимости соответственно равно 9.5, 13.3, 18.5, т.е. подходят оба распределения, но ОБР несколько точнее. Поскольку для применения критерия χ^2 необходимо иметь достаточное количество вариантов в ряду, желательно не менее 50 [1], а это не всегда возможно, то логичнее при невозможности определить характер распределения *a priori* принимать, что эмпирические данные соответствуют ОБР, а не нормальному распределению.

Доверительные интервалы для средней в случае ОБР рассчитываются следующим образом [4]. Находятся логарифмы исходных данных, затем обычным путем определяется стандартная ошибка средней логарифмов, далее она умножается на 1.96 для получения максимальной возможной ошибки с вероятностью 95%. Разделив среднюю арифметическую исходных данных на антилогарифм полученной величины находят нижнее значение доверительного интервала, а умножив - верхнее. Подчеркиваем, что независимо от вида распределения лучшей оценкой средней будет средняя арифметическая, а не средняя геометрическая.

Рассчитанные таким путем доверительные интервалы будут в большинстве случаев значительно шире, чем вычисленные обычным путем для нормального распределения (см. таблицу).

Различие в ширине интервалов имеет важное значение. Например, из таблицы видно, что ОИН достигает максимума в июне, при нормальном распределении он будет достоверно выше среднесезонного ОИН; минимальное значение ОИН в ноябре достоверно ниже среднесезонного. Если же учитывать распределение данных по ОБР, то оказывается, что все эти отличия недостоверны и на основании имеющихся материалов нельзя утверждать, что интенсивность питания ерша, характеризуемая ОИН, различается по месяцам. Средняя же численность мотыля в желудке в июле и августе достоверно ниже, чем в среднем за сезон. Материал собирался на двух типах нагульных участков - пойменном и русловом. Сравнение данных показало, что характер питания на них практически совершенно одинаков, поэтому в таблице представлены объединенные данные.

При изучении суточной ритмики питания рыб исследователи часто обнаруживают несколько пиков и затем пытаются объяснить причины их появления. Нам кажется, что в значительном количестве случаев такая картина при статистической обработке может оказаться недостоверной. При таких работах одновременно берется небольшое число рыб, обычно несколько десятков, доверительные интервалы при такой выборке будут столь широки, что появление нескольких пиков интенсивности питания можно будет объяснить в ряде случаев просто случайными флуктуациями материала.

Знание характера статистического распределения нужно и для оценки количества рыб, которое необходимо обработать для получения результата с заданной точностью. Например, если желательно, чтобы численность мотылей в желудке ерша была известна в среднем за сезон со стандартной ошибкой не более 20%, то при усло-

вии нормального распределения данных требуется взять 192 рыбы, а при ОБР - уже 304, т.е. в 1.58 раза больше.

Для каждого вариационного ряда был рассчитан показатель дисперсии $D = \sigma^2 / \bar{X}$; значения его, достоверно превышающие 1, указывают на то, что члены ряда распределены не случайно, а агрегированно. Следовательно, изучаемая популяция ерша может рассматриваться как состоящая из отдельных групп, включающих особи со сходным характером питания. Близкие значения D за ряд месяцев говорят о том, что эти группы довольно устойчивы. Чтобы выяснить, не объясняется ли такая группировка рыб их размерами, все рыбы были разбиты на классы длины через 10 мм, с 40 до 150 мм. Значения D , вычисленные отдельно для каждого класса, были во всех случаях, за исключением классов 80-90 и 90-100 мм, примерно вдвое ниже приведенных в таблице объединенных данных, т.е. определенную часть вариабельности количественных характеристик питания можно отнести за счет разницы в размерах рыб, но и рыбы одного класса длины достаточно разнокачественны.

Л и т е р а т у р а

1. А к с ю т и н а З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М., 1968. 288 с.
2. Б р е е в К.А. Применение негативного биномиального распределения для изучения популяционной экологии паразитов. Л., 1972. 72 с.
3. М е т о д и ч е с к о е п о с о б и е по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М., 1974. 254 с.
4. Е l l i o t t J.M. Some methods for the statistical analysis of samples of the benthic invertebrates. 1977, 144 p. (Freshwater biological association, scientific publication, N 25).

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.555.6(282.247.41)

Н.А. З и м и н о в а, В.В. З а к о н н о в

НАКОПЛЕНИЕ УГЛЕРОДА, АЗОТА И ФОСФОРА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Для выяснения темпов аккумуляции биогенных элементов в донных отложениях Иваньковского водохранилища в 1975-1976 гг. была проведена грунтовая съемка, во время которой измерена высота

Аккумуляция биогенных элементов в донных отложениях Ивановского водохранилища за 1937-1976 гг.

Участок	Глубина, м	Вес от- ложений, тыс. т	Средняя концентрация, % сухого веса		Аккумуляция за период, тыс. т		Среднее годовое накопление, тыс. т	
			С органи- ческий	N общий	Р общий	С органи- ческий	N общий	Р общий
I. ГЭС-Созь	0-3	2012	0,8	0,06	0,03	16,1	1,21	0,60
	3-6	1552	3,9	0,36	0,09	60,5	5,59	1,39
	6-9	2200	3,2	0,35	0,11	70,5	7,70	2,42
	>9	2300	3,3	0,34	0,14	76,0	7,82	3,22
	Всего:	8064	2,8	0,28	0,09	223,1	22,32	7,63
II. Созь-Шоша	0-3	76	1,2	0,10	0,05	0,9	0,08	0,04
	3-6	712	1,2	0,10	0,05	8,6	0,71	0,36
	6-9	460	3,4	0,30	0,13	15,6	1,38	0,60
	>9	1175	3,4	0,30	0,13	40,0	3,52	1,53
	Всего:	2423	2,7	0,23	0,10	65,1	5,69	2,53
III. Плес Шоши	0-3	3600	0,5	0,06	0,02	18,0	2,16	0,72
	3-6	2876	2,5	0,28	0,08	72,0	8,05	2,30
	>6	655	1,7	0,22	0,06	11,1	1,44	0,39
	Всего:	7131	1,4	0,16	0,05	101,1	11,65	3,41
IV. Шоша-Калинин	0-3	3720	0,6	0,08	0,04	22,4	2,98	1,49
	3-6	83	0,6	0,08	0,04	0,5	0,07	0,03
	6-9	0	-	-	-	-	-	-
	>9	130	3,2	0,38	0,16	4,2	0,49	0,21
	Всего:	3933	0,7	0,09	0,04	27,1	3,54	1,73
На весь водоем:		21551	1,9	0,20	0,07	416,4	43,2	15,29
							10,4	1,08
								0,382

слоя донных отложений на 200 станциях и на 50 из них отобраны пробы грунта для определения объемного веса, гигроскопической влажности, содержания углерода, азота и фосфора послойно, через каждые 10 см колонки. Содержание общего углерода определялось методом сухого сжигания, общего азота – микродиффузионным методом после сжигания по Кьельдалю, общего фосфора – персульфатным методом [1, 2]. За содержание органического углерода принималась разность между содержанием общего и карбонатного углерода. Все анализы проводились не менее, чем в 3 повторностях. Водохранилище было разделено на 4 участка, в каждом из которых рассчитан объем и вес отложений, накопившихся на глубинах 0–3, 3–6, 6–9 и >9 м за период существования водоема. Методика расчета и детальная характеристика процесса осадконакопления по участкам описаны нами ранее [3]. Для расчета аккумуляции биогенов в отложениях на каждой станции вычислялась средняя по высоте колонки концентрация органического углерода, общего азота и фосфора. Средняя для всех станций концентрация биогенов в данном диапазоне глубин принималась для расчета запаса элементов на этих глубинах. Аккумуляция элементов в донных отложениях на участке определялась как сумма их запасов на всех диапазонах глубин данного участка.

За 40-летний период существования водоема в его донных отложениях накопилось 416 тыс. т органического углерода, 43 тыс. т общего азота, 15 тыс. т общего фосфора. Средние за период скорости аккумуляции равны 10 тыс. т С/год, 1.1 тыс. т. N/год, 0.4 тыс. т P/год (см. таблицу).

Ошибка рассчитанного запаса биогенов оценивалась как ошибка произведения осадконакопления на среднюю концентрацию элементов в отложениях. При определении осадконакопления основным источником ошибок являются неравномерное распределение вторичных отложений по площади водоема и колебания высоты их слоя в заданных интервалах глубин. Погрешности определения по карте площадей, занимаемых данными глубинами, и величин объемного веса невелики и практически не оказывают влияния на конечный результат расчета. Оцененная, исходя из этих предпосылок, стандартная ошибка суммарного веса отложений равна 10%. Ошибки средней концентрации элементов колеблются от 7 до 33% в разных диапазонах глубин. Суммарная ошибка запаса биогенов составляет около 20%.

Основной аккумулятор биогенных элементов – Ивановский плес, в донных отложениях которого погребено около половины общего их запаса. На долю Шошинского плеса приходится 24% общего запаса органического углерода, 27% азота и 22% фосфора. Средняя концентрация биогенов в отложениях имеет тенденцию к увеличению с глубиной водоема, что соответствует общей закономерности в распределении отложений – увеличению их дисперсности по мере возрастания глубины. Повышение с глубиной темпов седиментации [3] и концентрации биогенов в отложениях обуславливает

неравномерное распределение аккумулярованного запаса биогенов в чаше водохранилища. На глубинах, превышающих 6 м и занимающих всего 16% площади водоема, сосредоточено около половины общего количества органического углерода, общего азота и фосфора, накопившихся за время существования водоема. Полученные результаты будут использованы при составлении баланса биогенов в водохранилище, что позволит оценить аккумуляцию биогенов в отложениях как один из абиотических факторов биотического круговорота.

Л и т е р а т у р а

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 и к б у л а т о в Э.С. О методе определения общего фосфора в природных водах. - Гидрохим. матер., 1974, т. 60, с. 161-164.
3. З и м и н о в а Н.А., З а к о н н о в В.В., К у р д и н В.П. О ходе процесса осадконакопления в Ивановском водохранилище. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1978, № 41, с. 65-69.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 594.1.08

П.И. А н т о н о в

К МЕТОДИКЕ ЛИНЕЙНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ DREISSENA POLYMORPHA (PALLAS)

Линейные измерения и периодические определения веса животных являются основой при исследовании роста организмов. Сведения о характере и закономерностях роста изучаемого объекта позволяют подойти к решению вопроса о продукции его популяции в данном конкретном месте обитания.

Взвешивание - менее точный метод учета величины тела по сравнению с линейными измерениями [4]. При взвешивании большинства водных беспозвоночных производят предварительное подсушивание объекта на фильтровальной бумаге. В этом случае точность определения веса в значительной степени зависит от опыта, чуткости и навыков исследователя. Напротив, достоверность линейных измерений почти не зависит от субъективных факторов; на нее оказывает влияние только точность прибора, примененного для измерения.

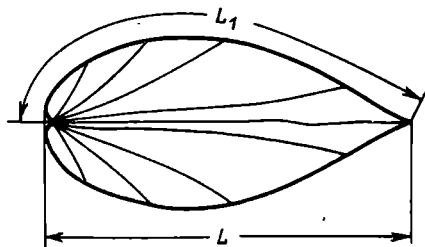


Рис. 1. Линейные измерения раковины дрейссены.

L – морфологическая длина,
 L_1 – длина „по зоне нарастания колец“.

Поскольку в большинстве случаев вес (W) и длина тела (l) организма находятся в зависимости, выраженной уравнением степенной функции $W = \alpha l^b$ (α, b – константы) [1, 3], то целесообразнее пользоваться линейными измерениями водных беспозвоночных, а в дальнейшем по данным линейных размеров, применяя приведенную формулу, вычислять вес тела животного.

Возникает вопрос, какую линейную величину тела следует брать за основу измерения. У животных измеряют длину, высоту, ширину, поверхность (площадь) тела. По всей видимости, наиболее точное измерение будет в том случае, когда измеряемая величина в большей степени коррелирует с весом тела животного, чем другие линейные размеры.

Как было показано М.Я. Кирпиченко [2], у дрейссены линейной величиной, которая наиболее близко коррелирует с весом тела моллюска, является длина „по зоне нарастания колец“. Однако при этом не следует пренебрегать традиционными измерениями по морфологической длине (рис. 1), так как это дополняет данные измерений „по зоне нарастания колец“ и делает наиболее точным учет веса тела дрейссены, а отсюда и роста.

Процесс измерения морфологической длины моллюска весьма прост, тогда как предложенный метод измерения длины „по зоне нарастания колец“ трудоемок и в некоторой степени неточен [2]. Во-первых, нельзя в одной выборке производить измерения разными приборами, с различной точностью. В предложенной методике в одном случае, у моллюсков длиной до 10 мм, измерение ведется под бинокляром при помощи окулярного микрометра с точностью 0.1 мм. Начиная с 10 мм длины и выше, предлагается измерять раковину на специальном станочке при помощи миллиметровой бумаги, у которой цена деления составляет всего 1 мм. Такие измерения будут иметь различную степень точности, что при статистической обработке вызовет значительные затруднения. Во-вторых, при измерении под бинокляром разбивка кривой на малые отрезки, приближающиеся к прямой, – действие весьма условное, занимающее к тому же много времени.

Кривая линия „по зоне нарастания колец“ состоит как бы из нескольких дуг, являющихся частью некоторых окружностей с неизвестными нам радиусами. На практике для нахождения длины дуги некоторой окружности часто применяют широко известную форму-

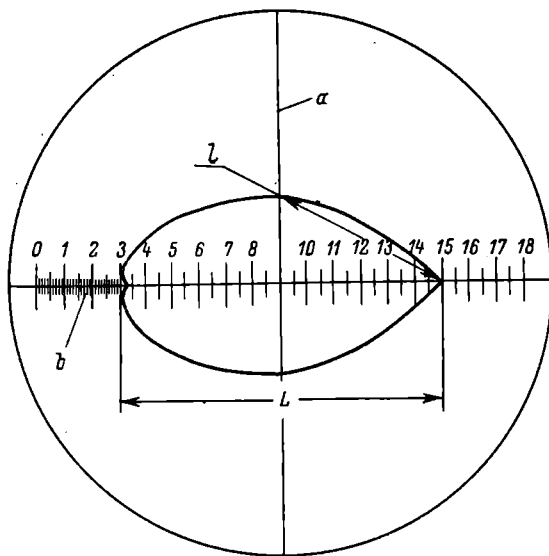


Рис. 2. Измерение дрейссены под бинокляром.

α - центральная риска, b - окулярная линейка, L - длина по морфологической оси, l - расстояние от точки пересечения перпендикуляра с линией „по зоне нарастания колец“ до заднего края раковины дрейссены.

лу Гюйгенса: $p = 2L + \frac{1}{3}(2l - L)$, которую мы предлагаем применить для нахождения длины дрейссены при соответствующих измерениях.

Для нахождения длины моллюска „по зоне нарастания колец“, пользуясь формулой Гюйгенса, необходимо произвести некоторые измерения. Под биноклярным микроскопом с помощью окулярной линейки измеряем длину морфологической оси моллюска (L') и через середину полученной величины проводим перпендикуляр. Перпендикуляром может служить центральная риска окулярной линейки, проходящая через поле зрения бинокляра (рис. 2). Затем измеряем по прямой расстояние (l) от точки пересечения перпендикуляра с линией „по зоне нарастания колец“, которую отмечаем на раковине острой иглой до заднего края раковины дрейссены. Подставляя полученные величины в формулу Гюйгенса, рассчитываем длину линии „по зоне нарастания колец“. Для упрощения и ускорения расчетов формулу Гюйгенса можно преобразовать в следующий вид:

$$p = \frac{8L - L}{3}.$$

Линейные размеры *Dreissena polymorpha* (Pallas)

Размер раковины дрейссены "по зоне нарастания колец"

до 14 мм				от 15 мм и выше		
1	2	3	1	2	3	3
1.40	1.37	-0.03	10.60	10.53	-0.07	+0.13
1.80	1.73	-0.07	11.00	11.00	0.00	-0.03
2.10	2.04	-0.06	11.90	11.80	-0.10	-0.03
5.90	5.93	+0.03	12.00	11.97	-0.03	+0.07
6.20	6.13	-0.07	12.50	12.40	-0.10	0.00
6.40	6.40	0.00	13.50	13.53	+0.03	-0.20
6.50	6.57	+0.07	12.60	12.60	0.00	-0.13
6.90	6.88	-0.02	13.00	12.97	-0.03	+0.07
6.80	6.80	0.00	13.60	13.67	+0.07	-0.17
6.80	6.75	-0.05	13.90	13.83	-0.07	0.00
6.60	6.61	+0.01	14.40	14.40	0.00	-0.03
7.30	7.27	-0.03	14.10	14.00	-0.10	+0.17
7.00	6.90	-0.10	13.80	13.87	+0.07	-0.40
7.70	7.73	+0.03	14.50	14.40	-0.10	-0.20
7.90	7.90	0.00	13.70	13.70	0.00	-0.03
8.80	8.72	-0.08	13.80	13.77	-0.03	+0.07
9.40	9.37	-0.03	-	-	-	-0.37
9.70	9.70	0.00	-	-	-	-0.07
10.40	10.33	-0.07	-	-	-	0.00

П р и м е ч а н и е. 1 - данные непосредственных измерений по способу Кирпиченко, 2 - данные, полученные расчетным способом, 3 - отклонение расчетных данных от данных непосредственных измерений.

Данные, полученные расчетным способом, незначительно отличаются от данных измерений линии „по зоне нарастания колец“ по способу Кирпиченко и колеблются в пределах от -0.10 до $+0.07$ мм у особей размерами до 14 мм и от -0.40 до $+0.17$ мм у особей больших размеров (см. таблицу).

Измерения длины дрейссены „по зоне нарастания колец“ обоими способами хронометрировались. Оказалось, что время, затраченное на измерения для последующего расчета по формуле Гюйгенса, в 1.5–2.5 (в среднем 1.8) раза меньше времени, пошедшего на непосредственное измерение этой линии. Например, при непосредственном измерении и записи результата затрачивается 1 мин 25.3 с, а при измерениях с последующим расчетом по формуле Гюйгенса – 46.6 с, в среднем из 50 измерений соответственно 54.9 и 29.9 с. Чем мельче измеренные особи, тем меньше разница в затраченном времени при измерениях по способу Кирпиченко и по расчетному способу, но всегда затраты времени больше в первом случае.

Л и т е р а т у р а

1. В и н б е р г Г.Г. Линейные размеры и масса тела животных. – Ж. общ. биол., 1971, т. 32, № 6, с. 714–722.
2. К и р п и ч е н к о М.Я. О линейном измерении дрейссены. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1973, № 18, с. 31–33.
3. К о н с т а н т и н о в А.С. Вес животных как функция их линейных размеров. – Ж. общ. биол., 1969, т. 30, № 3, с. 265–272.
4. Ш м а л ь г а у з е н И.И. Определение основных понятий и методика исследования роста. – В кн.: Рост животных. М.–Л., 1935, с. 8–60.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 576.809.56

В.И. Романенко, А.С. Даукшта

ВАРИАНТ ПРОВЕРКИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАПАСА И СКОРОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДОЕМАХ ПО РАЙТУ И ХОББИ

Метод Райта и Хобби [3] все чаще стал применяться для определения запасов отдельных органических веществ в воде и скорости потребления их микрофлорой. Он имеет большое будущее, а оригинальность и простота постановки опытов вызывают вос-

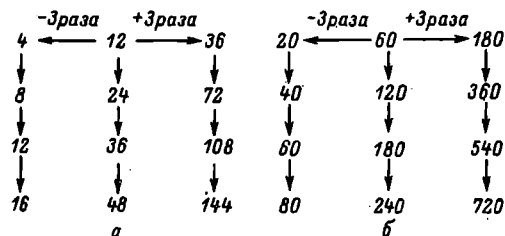


Рис. 1. Схема концентраций органических веществ, используемых в разных сериях опытов.

а – глюкоза, б – метанол. В середине – исходная концентрация, слева – в 3 раза меньшая, справа – в 3 раза большая.

хищение. Несомненно, что в дальнейшем метод будет совершенствоваться.

Подробно этот метод описан в данном сообщении, а впервые в нашей стране был использован М.В. Фурсенко [1]. Метод Райта и Хобби прост по выполнению и сложен в своей основе, поэтому требует всесторонней апробации. Одно из его положений – расположение точек $\frac{R \cdot t}{r}$ (R – радиоактивность вносимой глюкозы, t – время опыта, r – радиоактивность микроорганизмов в конце опыта) на прямой линии. Нами произведены анализы при большом размахе концентраций органических веществ с целью выяснения, ложатся ли точки на прямую линию и зависит ли результат от концентрации используемого соединения.

По Райту и Хобби, в опытах можно использовать вещества от 10 до 200 мкг на 1 л воды, т.е. имеется широкий диапазон выбора концентрации испытуемых веществ. На этом и была основана проверка метода. У нас было 2 меченых C^{14} органических веществ – глюкоза и метанол. Исходная концентрация глюкозы 31,7 мкг С в 1 мл с активностью $0,15 \cdot 10^6$ имп/мин, метанола – 30 мкг С/л с активностью $0,3 \cdot 10^6$ имп/мин под счетчиком Гейгера.

Из исходных были приготовлены растворы, разбавленные в 3 раза и более. В более концентрированных растворах в испытуемую воду вносилась тройная доза вещества. Таким образом, исходная концентрация и ближайшая к ней различались в три раза, а крайние – в 9 раз (рис. 1). При работе с глюкозой (рис. 1, а) содержание ее в пробах задавалось от 4 до 144, с метанолом (рис. 1, б) – от 20 до 720 мкг С/л.

При постановке опытов вода из Рыбинского водохранилища разливалась по 30 мл в чистые склянки объемом 60 мл: 36 склянок для глюкозы и 36 для метанола в каждом опыте. Для каждого вещества склянки разделялись на три параллельных ряда по 12 склянок в ряду с тройной повторностью. В первом ряду (глю-

Т а б л и ц а 1

Постановка и результаты одного из опытов с глюкозой

Внесено раствора глюкозы на 30 мл воды, мл	Радиоактив- ность глю- козы в про- бах, имп/мин	Концентрация глюкозы в пробах, мкг С/л (А)	Радиоактивность микроорганизмов на пробу, имп/мин		Естествен- ный запас глюкозы в воде, мкг С/л (S)	Сумма (А + S), мкг С/л	$\frac{R \cdot t}{V}$	Скорость потребле- ния глюко- зы микро- организма- ми, мкг С л/ч
			в повторностях	средняя				
0.05	4500	10	54, 45, 41	47	10	20	127	0.40
0.10	9000	20	68, 69, 68	68	-	-	177	-
0.15	13500	30	50, 84, 76	70	-	-	257	-
0.20	18000	40	81, 88, 85	85	-	-	283	-

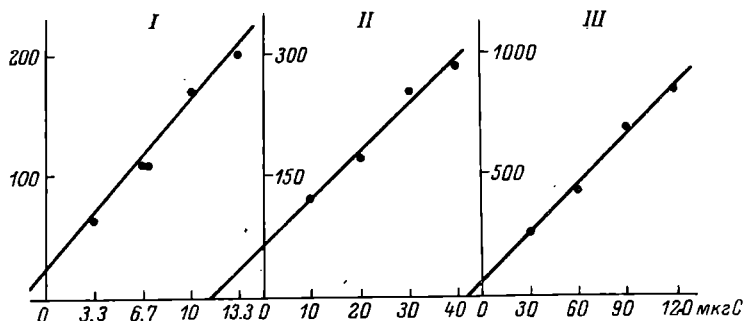


Рис. 2. Расположение точек $\frac{R \cdot t}{r}$ на графике в зависимости от концентрации используемого при анализе органического вещества.

По оси ординат – величины $\frac{R \cdot t}{r}$; по оси абсцисс – концентрация глюкозы, мкг С/л: I – от 4 до 16, II – от 12 до 48, III – от 36 до 144.

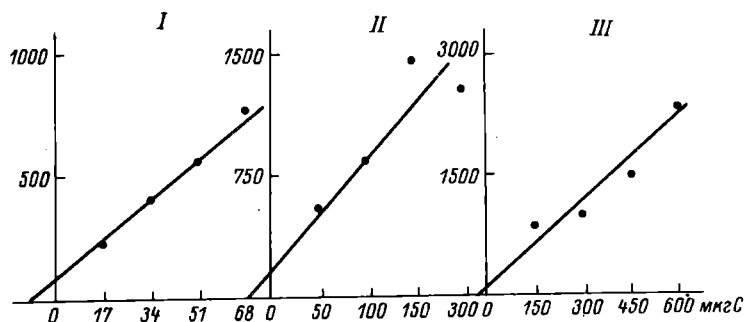


Рис. 3. Расположение точек $\frac{R \cdot t}{r}$ на графике в зависимости от концентрации используемого при анализе органического вещества.

По оси ординат – величины $\frac{R \cdot t}{r}$; по оси абсцисс – концентрация метанола, мкг С/л: I – от 2 до 80, II – от 60 до 240, III – от 180 до 720.

коза) в 3 склянки было внесено по 0.05 мл этого раствора, что в расчете на 1 л соответствовало концентрации 4 мкг С, в трех следующих – 0.1 мл, что соответствовало 8 мкг С/л и т.д. от 4 до 16 мкг С; во втором ряду от 16 до 48, в третьем от 36 до 144 мкг С/л. То же самое было проделано и с метанолом. Несколько скля-

Т а б л и ц а 2

Запасы и скорость потребления микрофлорой глюкозы и метанола в воде Рыбинского водохранилища в зависимости от используемых концентраций веществ при анализе

Место отбора проб воды	Вещество	Номер опыта	Номер серии	Предел концентраций органического вещества в серии склянок при анализе, мкг С/л	Продолжительность опыта, ч	Результаты расчетов по разным сериям	
						запас вещества, мкг С/л	скорость потребления, мкг С л/ч
Рыбинское водохранилище у Коприна	Глюкоза	1	1	3,3-13,3	2	2	0,17
			2	10-40	2	10	0,40
			3	30-120	2	8	0,15
	Глюкоза	2	1	4-16	1	2	0,19
			2	12-48	1	1	0,16
			3	36-144	1	30	0,30
Рыбинское водохранилище у Борка	Метанол	3	1	17-68	5	12	0,12
			2	50-300	5	35	0,15
			3	150-600	5	37	0,22
	Глюкоза	4	1	3,3-13,3	1	50	0,38
			2	10-40	1	30	0,20
			3	20-80	2	660	0,08
	Метанол	5	1	60-240	2	180	0,05
			2	180-720	2	130	0,09
			3		2		

П р и м е ч а н и е. Цифра в квадрате - сильно высказывающийся результат.

нок с водой служили контролем, в которые заранее был внесен антисептик. После добавки изотопа пробы по секундомеру инкубировались в разных опытах от 1 до 5 ч при комнатной температуре. Затем их фиксировали раствором Люголя и профильтровывали через мембранные фильтры; далее пропускали по 10 мл изотонического раствора хлористого натрия для удаления следов меченого вещества. Фильтры маркировались, высушивались и радиоактивность микроорганизмов подсчитывалась под торцовым счетчиком Гейгера. Радиоактивность микроорганизмов в пробах воды по мере увеличения внесенного изотопа возрастала, но не пропорционально его концентрации (табл. 1).

Рассчитанный естественный запас глюкозы оказался равным 10 мкг С/л (случайное совпадение с внесенным), а скорость ее потребления — 0,4 мкг С л/ч.

Для расчета запасов вещества в испытуемой воде результаты каждой серии анализов были нанесены на график в системе координат: по оси ординат величины $\frac{R \cdot t}{r}$, по оси абсцисс — концентрация испытуемого вещества в мкг С/л. Точки анализов (рис. 2 и 3) хорошо ложатся на прямую линию, продолжение которой влево от оси ординат отсекает от абсциссы отрезок, равный запасу данного вещества в пробах воды.

Независимо от заданной концентрации все точки хорошо легли на прямые, лишь одна из них (рис. 3, II) отклонилась в сторону, и поэтому линия проведена по точке, интерполированной по двум ближайшим.

Результаты нескольких опытов с водой из двух пунктов Рыбинского водохранилища приведены в табл. 2. Между собой можно сравнивать лишь результаты одного опыта, состоящего из 3 серий. В опыте № 1 с водой со ст. Коприно были проведены 3 серии анализов с задаваемыми концентрациями исследуемого вещества: в 1-й серии от 3,3 до 13,3, во 2-й — от 10 до 40, в 3-й — от 30 до 120 мкг С/л. Запасы глюкозы выражались чрезвычайно малыми величинами, в трех сериях анализов колебания составляли 2–8–10 мкг С/л, т.е. крайние величины различались в 5 раз. При таком малом содержании вещества подобные различия возможны. Такого порядка колебания были получены при интеркалибрации методов определения биогенных элементов в Балтийском море [3]. По-видимому, здесь уже сказываются малейшие неточности в анализе: чистота используемой посуды, пробоотборников и т. д. При большем содержании глюкозы и метанола в воде результаты между сериями изменяются не больше, чем в 2–3 раза, и лишь во втором опыте 3-й серии один результат при малой концентрации сильно выскочил (см. табл. 2 — цифра заключена в квадрат). Большею стабильностью отличаются результаты скорости потребления веществ микроорганизмами.

Таким образом, несмотря на значительный размах задаваемых в опытах концентраций органических веществ, результаты в целом

получены удовлетворительные. Точки $\frac{R \cdot t}{r}$ ложатся на прямую линию, а колебания содержания органического вещества в испытуемой воде соответствуют точности многих химических анализов при малом количестве веществ в воде.

Л и т е р а т у р а

1. Ф у р с е н к о М.В. Метод определения гетеротрофной активности популяции бактерий в природных водах. - Гидробиол. ж., 1979, № 1, т. 8, с. 127-133.
2. B a l t i c s e a e x p e r t meeting on intercalibration of biological and chemical methods (preliminary report) Askö Laboratory. Trosa, Sweden, 1974. 193 p.
3. W r i g h t R.T., H o b b i e I.E. The uptake of organic solutes in lake water. - Limnol a. Oceanogr., 1966, vol. 9, p. 163-178.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК:556.114.7

Э.С. Б и к б у л а т о в

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕСА РАСТВОРЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

Единственный прямой путь определения веса органического вещества (ОВ) природных вод - упаривание воды досуха и нахождение потери при прокаливании [5]. Однако существенное влияние на его величину оказывают неорганические соединения, разлагающиеся при высоких температурах, гигроскопическая влага и др. Учет улетучивающихся при нагревании и прокаливании сухого остатка ряда минеральных соединений увеличивает трудоемкость определения из-за необходимости предварительного установления солевого состава исследуемых вод. С другой стороны происходит занижение веса за счет потери некоторой части органического вещества при упаривании воды досуха. Для подземных вод и атмосферных осадков такие потери достигают значительных величин (до 40%) [6]. Поэтому чаще прибегают к определению веса косвенным путем [5]. Какие же из предложенных приближенных методов дают наиболее адекватное представление об истинном весе органического вещества природных вод?

Вес некоторых веществ, выделенных из воды и почв
(% от истинной навески)

Вещества	Вес, рассчитанный при условии			
	C=50%	H=4.5%	KЭ=1.33	C=12ХПК/32
Валовое ОВ некоторых рек и озер Финляндии [5]	97.6	99.4	89.5	89.5
Креновая кислота р. Невы [4]	99.2	44.4	115	115
Гуминолиминевая кислота [9]	109	82.6	112	112
Фульвокислоты рек бо-лотного питания [7]	99.4	86.0	97.0	97.0
Фульвокислоты почв [3]	88.4	100	75.0	75.0
Гуминовые кислоты почв [3]	111	100	107	107

П р и м е ч а н и е. С и Н – соответственно содержание углерода и водорода в органическом веществе, КЭ – кислородный средний эквивалент ОВ, ХПК – бихроматная окисляемость.

Нередко полагают, что органический углерод (С) составляет определенную долю веса (G) вещества, и тогда $G = k \cdot C$. Численное значение коэффициента перевода $k \approx 2$ установлено на основании усреднения многочисленных анализов органических соединений, выделенных из воды и почв [5, 10]. Можно предполагать, что величины, полученные с его помощью, близки к истинным значениям; ошибки расчета веса по формуле, как правило, не превышают 10%. Несколько большие ошибки получаются для фульво- и гуминовых кислот почв (см. таблицу), однако для последних можно использовать отдельные коэффициенты, исходя из их среднего состава: для фульвокислот $K = 2.26$, для гуминовых – $K = 1.80$. Тогда ошибки определения будут лежать в интервале $+11 \div -7\%$ для фульвокислот и $\pm 6\%$ для гуминовых кислот всех типов почв. (Данные для расчетов заимствованы у Д.С. Орлова [3]). Еще лучшие результаты получаются, если использовать дифференцированные коэффициенты для различных типов почв: получение и применение таких коэффициентов в гидрохимии – задача будущего.

По-видимому, можно попытаться задаться другим способом вычисления веса органического вещества, например предположив, что содержание водорода в нем является величиной постоянной. На эту возможность указывает тот факт, что в фульво- и гуминовых кисло-

тах почв содержание водорода мало варьирует: в гуминовых кислотах, по данным 247 аналитических определений, оно составляет 4,6% от веса вещества (при крайних значениях 3,4 и 5,6%), а в фульвокислотах – 4,5% (при крайних 3,5 и 5,0%) [3]. Так как в природных водах преобладают фульвокислоты, то, вероятно, в качестве стандартного можно взять значение $H=4,5\%$. Однако иногда рассчитанный в таком предположении вес органических соединений, выделенных из воды, получается даже меньше веса углерода в них (см. таблицу), что, конечно, невозможно.

Такие же явления можно наблюдать, если заранее задаться определенным содержанием в органическом веществе азота. Значительные погрешности получаются и в случае, когда в качестве исходного параметра принят какой-либо определенный процент содержания кислорода (O): как правило, эти ошибки существенно превосходят те, которые характерны для случая вычисления веса вещества по формуле $G = K \cdot C$.

Отметим также, что к совершенно нереальным величинам (встречаются даже отрицательные значения) приводят и попытки вычисления веса исходя из условия $C+O=92\%$. Такая попытка была предпринята в связи с тем, что существует высокая корреляция (0,83) между содержанием углерода и кислорода в гумусовых кислотах почв [3]. Можно было предположить примерно такую же связь и для органического вещества природных вод.

Часто рекомендуют использовать данные по бихроматной окисляемости (ХПК) сначала для ориентированного вычисления содержания органического углерода, а в последующем, применяя коэффициент $K = 2,0$, для расчета веса органического вещества [1]. Если проделать часть вычислений до непосредственного расчета веса, то можно прийти к выражению $G = 0,75 \text{ ХПК}$. Полученные таким образом веса некоторых фракций органических веществ показывают, что ошибки в большинстве случаев превышают таковые по расчету веса по углероду: они особенно значительны для почвенных фульвокислот (см. таблицу).

Существует способ вычисления веса, основанный на среднем кислородном эквиваленте [8]. Значение его для приведенных в таблице веществ равно 1,33. Подставляя это значение КЭ в формулу, которая следует непосредственно из самого определения кислородного эквивалента, $KЭ = \text{ХПК} / G$, приходим к выражению $G = 0,75 \text{ ХПК}$, которое в точности совпадает с вышеприведенной формулой. Такое совпадение не может быть случайным. Оно объясняется тем, что в обоих методах в качестве исходного параметра принято химическое потребление кислорода: в первом случае оно входит в расчетное уравнение в явном виде, во втором – скрыто под определением кислородного эквивалента. Коэффициент перехода от ХПК к весу, равный 0,75, с давних пор использовался при исследованиях озерного сестона [2], но последующие более обширные исследования показали, что для сестона эта величина несколько завышена: она должна составлять 0,7 [8]. Ошибки расчетов в этом случае, по-

видимому, будут такого же порядка, как и при расчете веса растворенного органического вещества.

Таким образом, в подавляющем большинстве случаев наилучшие результаты достигаются при определении веса растворенного органического вещества по содержанию органического углерода по формуле $G = 2 C$. При наличии только данных по ХПК можно использовать формулу $G = 0.75 \text{ ХПК}$. Ошибки в последнем случае будут несколько выше, но незначительны.

Л и т е р а т у р а

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. В и н б е р г Г.Г. Количественные данные по биомассе планктона озер Белоруссии. - Учен. зап. Белорус. гос. ун-та. Сер. биол., 1954, № 17, с. 20-37.
3. О р л о в Д.С. Гумусовые кислоты почв. М., 1974. 332 с.
4. П о н о м а р е в а В.В., Э т т и н г е р А.И. О природе органических веществ, растворенных в неволской воде. - ДАН СССР, 1953, т. 88, №1, с. 105-108.
5. С к о п и н ц е в Б.А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус). - Тр. ГОИН, 1950, 17(29), 290 с.
6. С к о п и н ц е в Б.А., Б а к у л и н а А.Г. Оценка размеров потерь органического вещества при выпаривании природных вод. - Гидробиол. ж., 1971, т. 7, № 6, с. 13-18.
7. Ф о т и е в А.В. О природе гумусовых веществ воды. - ДАН СССР, 1968, т. 179, № 2, с. 443-446.
8. M a s c i o l e s J.A. Limnological organic analyses by quantitative dichromate oxidation. Research report 60, Bureau of sport Fisheries and Wildlife, Washington, 1962, 61 p.
9. S h a p i r o J. Chemical and biological studies on the yellow organic acids of lake water. - Limnol. a. Oceanogr., 1957, vol. 11, N 3, p. 161-179.
10. S t r i c k l a n d J.D.H. Production of organic matter in the primary stages of the marine food chain. - In: Chemic. Oceanogr. London, 1964, vol. 1, p. 478-610.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Е.М. Б и к б у л а т о в а

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИПИДОВ
ВО ВЗВЕШЕННОМ ВЕЩЕСТВЕ ПРИРОДНЫХ ВОД

Исходя из способности образовывать окрашенный комплекс с пинацианолом в щелочном растворе этилового спирта [5], был разработан чувствительный колориметрический метод определения липидов [6]. Наши попытки использовать пинацианол отечественного и зарубежного производств не привели к удовлетворительным результатам.

Чаще при определении липидов применяют методы, основанные на их экстракционном выделении из исследуемого объекта и взвешивании сухого остатка после отгонки растворителя. Экстракцию проводят или в аппаратах Сокслета или путем длительного настаивания: применяются макро- и микроварианты данного метода. Необходимость точного взвешивания малых количеств исходного вещества, особенно экстрагированных липидов, ограничивает возможность их применения.

Холм-Хансен и др. [3] предложили проводить определение липидов после экстракции по содержанию в них органического углерода, что существенно повысило чувствительность анализа. Однако конкретная пропись метода в изложении авторов обладает недостатками. Определение углерода по методу Мензеля-Ваккаро [4], требующее специфической аппаратуры, необходимость многократной экстракции, промывки, центрифугирования и других более мелких операций, затрудняют проведение и увеличивают продолжительность и трудоемкость анализа.

Нами разработана более рациональная модификация этого перспективного метода, которая излагается ниже. Из определенного объема воды взвесь выделяли на предварительно очищенный от липидов мембранный фильтр с размером пор 0,5 мкм. Фильтр со взвесью помещали в микроаппарат Сокслета и проводили экстракцию перегнанным петролейным эфиром в течение 5-6 ч. Экстракт переносили для сжигания в кварцевые сосуды, конструкция которых описана нами ранее [1], и из них удаляли эфир путем непрерывной продувки током газообразного азота при небольшом нагревании (до 40°) на водяной бане. Затем сосуды подсоединяли к установке для определения органического углерода [2] между блоком очистки воздуха и кварцевой трубкой, помещенной в электрическую печь. Высушенный остаток сжигали в токе воздуха, используя пламя газовой горелки, и в нем определяли содержание органического углерода. Полученную величину умножали на коэффициент 1,7, чтобы перейти от углерода к липидам [3]. Параллельно проводили холостые определения. Для этого через очищенный путем непрерывной экстракции петролейным эфиром в аппарате Сокслета мембранный фильтр пропускали дважды перегнанную воду объемом, равным объему исследу-

Вид фитопланктона	Время сбора	Количество липидов, % веса сухого без- зольного вещества
Диатомовые	25 V 1975	32
Синезеленые	14 VIII 1974	8,7
Синезеленые	4 IX 1974	9,0

дуемой пробы, и с фильтром проводили все манипуляции, как и в основном опыте.

Проверка полноты экстракции осуществлялась на планктонном материале по времени достижения максимального выхода липидов. Оказалось, что для выполнения этого условия достаточна 4–5-часовая непрерывная экстракция: по истечении указанного времени количество выделенных липидов не изменялось. Анализы фитопланктона, собранного во время „цветения” на Рыбинском водохранилище, показали, что содержание липидов в них может сильно варьировать (см. таблицу). Однако эти вариации укладываются в пределы величин, характерных для указанных видов фитопланктона.

Предлагаемая модификация метода проще оригинальной прописи Холм-Хансена и др. Анализ не требует постоянного присутствия экспериментатора, что особенно ценно при комплексном изучении вещества. Для сжигания липидов не требуются какие-либо реактивы, что позволяет избежать дополнительных загрязнений и сокращает затраты времени и труда на подготовку проб и реактивов.

Л и т е р а т у р а

1. Бикбулатова Е.М., Скопинцев Б.А., Бикбулатов Э.С. Фотохимический метод определения органического углерода в природных водах. – В кн.: Материалы к совещанию по прогнозированию органического вещества и биогенных элементов в водохранилищах. Рыбинск, 1969, с. 140–146.
2. Крылова Л.П. Определение углерода органического вещества методом сухого сжигания. – Гидрохим. матер., 1957, т. 26, с. 237–242.
3. Holm-Hansen O., Combs J., Volcani B.E., Williams P.M. Quantitative microdetermination of lipid carbon in microorganisms. – *Analyt. Biochem.*, 1967, vol. 19, p. 561–568.
4. Mensel D.W., Vaccaro R.F. The measurement of dissolved organic and particulate carbon in sea water. – *Limnol. a. Oceanogr.*, 1964, vol. 9, N 1, p. 138–142.

5. M u k e r j e e P. Use of ionic dyes in the analysis of ionic organic compounds. - *Analyt. Chem.*, 1956, vol. 28, p. 870-873.
6. S t r i k l a n d J.D.H., P a r s o n s T.R. A practical handbook of sea Water analysis. Ottawa-Canada, 1968, 311 p.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.114.7.08

Е.М. Бикбулатова, Э.С. Бикбулатов

О МЕТОДЕ ПРЯМОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТВОРИМЫХ БЕЛКОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

Для определения растворимых белков в природных водах предложено [2, 9] использовать фотометрический метод Лоури-Фолина, который ранее был рекомендован для анализа биологических объектов [8]. Согласно Поволедо и Джерлетти [9], определения можно проводить непосредственно в исходной воде без предварительного концентрирования белков, что значительно упрощает всю процедуру и позволяет перейти к массовым анализам.

При исследованиях компонентного состава органического вещества (ОВ) вод некоторых водоемов мы попытались установить содержание растворимых белков по этому методу. Найденные нами концентрации находились в пределах 4,0-14,0 мг альбумина/л (табл. 1). Такие чрезмерно высокие величины вызывают сомнение относительно их достоверности. По имеющимся литературным данным концентрация белков (установленная по содержанию связанных аминокислот) в природных водах колеблется в пределах 0,05-1,0 мг/л и только в редких случаях достигает 5 мг/л и более [4, 6].

Рассчитанное нами по известному соотношению $N_{\text{белка}} = \frac{\text{белок}}{6,25}$ количество азота в белке оказалось значительно выше содержания общего органического азота, аналитически определенного по методу Кьельдаля (табл. 1). Естественно полагать, что не весь органический азот в ОВ является белковым; в таком случае найденные различия будут еще больше. По-видимому, это обусловлено тем, что с реактивом Фолина реагируют не только соединения белковой и белковоподобной природы. Действительно, как показали еще Лоури и др. [8], правильному определению содержания белка по предложенному ими колориметрическому методу мешают многие соединения: большинство фенолов и их производных (за исключением нитропроизводных) восстанавливают реактив Фолина, глицин в

Т а б л и ц а 1

Содержание растворимых белков и других компонентов
в некоторых водоемах (июль, 1976)

Водоем	Цвет- ность, град.	Белок, мг альбуми- на/л	N, мг/л	
			белко- вый (по расчету)	органиче- ский (по Кьельдалю)
Северодвинская система				
оз. Кубенское	-	12.8	2.0	0.56
р. Порозовица	240	14.0	2.2	0.58
оз. Благовещенское	160	12.7	2.0	0.64
оз. Кишемское	120	10.7	1.7	1.28
оз. Зауломское	65	6.6	1.0	-
оз. Сиверское (пов.)	30	4.0	0.7	0.56
оз. Сиверское (дно)	30	4.3	0.7	-
Шекснинское водохранилище				
дер. Крохино	80	8.8	1.4	0.36
Белое озеро				
ст. 12/18	55	6.6	1.0	0.36
ст. 18/19а	100	9.8	1.6	0.31

концентрации 0.5% уменьшает окраску на 50%, другие свободные аминокислоты тоже реагируют с данным реактивом. Кроме того, было установлено [2], что реактив Фолина взаимодействует с моносахаридами и аминокислотами, имеющими $\text{OH} = \text{SH} =$ группы, если их концентрация значительна (20 мг/л).

Нами проведен ряд опытов для выяснения влияния низко- и высокомолекулярных органических соединений, которые могут находиться в природных водах, на определение белков с рассматриваемым реактивом. Удаление исходных низкомолекулярных соединений из природной воды проводили путем диализа через целлофановую мембрану с диаметром пор 30-40 Å, толщиной 0.05 мм [2]. Время диализа 8 ч. Результаты экспериментов показывают, что освобождение исследуемой пробы воды от низкомолекулярной фракции мало влияет на получаемую экстинкцию (табл. 2).

Это согласуется с относительно малым содержанием свободных аминокислот и моносахаридов в природных водах [4].

Т а б л и ц а 2

Оптическая плотность окрашенного комплекса, получающегося в результате воздействия реактива Фолина на природные воды до и после диализа

Источник воды	Оптическая плотность	
	до диализа	после диализа
р. Порозовица	0.600	0.500
р. Ковжа	0.544	0.515
оз. Сиверское	0.325	0.323

Вероятно, основная роль в восстановлении реактива Фолина принадлежит органическим веществам с большим молекулярным весом, которые не удаляются при диализе, в частности гумусовым веществам; последние являются главным компонентом ОВ природных вод. Косвенно об этом свидетельствует факт увеличения количества определяемых „белков“ параллельно с возрастанием цветности (табл. 1).

На основании многочисленных исследований по химии почв и природных вод был высказан ряд предположений о природе почвенного и терригенного водного гумуса. По воззрениям многих, гумус представляет собой сложный белково-углеводоподобный комплекс. Эта гипотеза базируется, в частности, на том непреложном факте, что при его кислотном гидролизе непременно образуются аминокислоты – важнейшие структурные единицы белка. Кроме того, гумус дает характерные реакции на углеводы, альдегиды и другие классы органических соединений. Многогранность свойств гумуса обусловлена наличием в его составе самых разнообразных структур и функциональных групп, в частности фенольных. Последние, как и пептидные связи белка и белковоподобных соединений, в известной мере могут быть ответственными за восстановление реактива Фолина. На этой способности полифенольных структур многих природных органических соединений Хаан [7] разработал метод определения окрашенных гумусовых веществ.

Проведенные нами опыты по прямому восстановлению реактива Фолина растворами некоторых фенолов (карболовая кислота, гидрохинон, резорцин, флороглюцин, танин) в условиях определения белка показали, что „выход“ окраски во многом определяется их строением. Наибольшую экстинкцию на единицу продукта дает карболовая кислота. Другие фенолы в той же концентрации развивали меньшую, притом отличную друг от друга окраску. Чтобы оценить вклад фенольных функциональных групп в общую экстинкцию, развиваемую гумусом при воздействии на него реактива Фолина, мы в воде с высоким содержанием окрашенных веществ определили со-

держание фенолов пирамидоновым методом [3]. В качестве объекта исследования использовали высокоцветную воду, долго хранившуюся в темноте (1 год), профильтрованную через мембранный фильтр с размером пор около 0,5 мкм.

Согласно собственным и литературным данным [1], находящиеся в исходной воде лабильные органические соединения при длительной выдержке полностью утилизируются в течение 20–30 дней, и поэтому в ней практически должны отсутствовать истинные белки. Оказалось, что на найденные в этой воде фенолы приходится около 70% оптической плотности, развиваемой реактивом Фолина, которая ранее принималась [9] за экстинкцию, обусловленную наличием белка или белковоподобных соединений. Аналогичные результаты получаются и на малоцветных водах.

Таким образом, прямое определение растворимых белков с реактивом Фолина в природных водах даже при небольшой их цветности приводит к сильно завышенным результатам.

По-видимому, определение белка в природных и тем более в загрязненных водах по сумме связанных аминокислот после их кислотного гидролиза [5] остается пока единственно приемлемым путем.

Л и т е р а т у р а

1. Б и к б у л а т о в а Е.М., С к о п и н ц е в Б.А., Б и к б у л а т о в Э.С. Распад органического вещества синезеленых водорослей в аэробных и анаэробных условиях при комнатной температуре (20°). – Водн. ресурсы, 1977, № 6, с. 132–147.
2. Д е б е й к о Е.В., Р я б о в А.К., Н а б и в а н е ц Б.И. Прямое фотометрическое определение растворимых белков в природных водах. – Гидробиол. ж., 1973, т. 9, вып. 6, с. 109–114.
3. К а п л и н В.Т., Ф е с е н к о Н.Г. Колориметрическое определение фенолов с помощью пирамидона при содержании их в 1 л 0,001 мг и выше. – В кн.: Современные методы анализа природных вод. М., 1962, с. 136–141.
4. С е м е н о в А.Д. Органические вещества в поверхностных водах Советского Союза. Химическая природа, распределение, динамика. Автореф. докт. дис., Новочеркасск, 1971.
5. С е м е н о в А.Д., И в л е в а И.Н., Д а ц к о В.Г. Определение аминокислот в природных водах. – Гидрохим. матер., 1961, т. 33, с. 172.
6. Т р и ф о н о в а Н.А. О содержании аминокислот в воде Рыбинского водохранилища. – В кн.: Химизм внутренних водоемов и факторы их загрязнения и самоочищения. Л., 1968, с. 223–228. (Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, вып. 18/21).
7. D e H a a n H.D. On the determination of soluble humic substances in fresh water. – In: Humic Sub-

- stances. Their structure and function in the biosphere. - Proc. Intern. Meet., 1975, p. 53-62.
8. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall E. Protein measurement with the Folin Phenol Reagent. - J. Biol. Chem., 1951, vol. 193, p. 265-275.
9. Povoledo D., Gerletti M. Colorimetric determination of protein in fresh water by a modification of the Lowry-Folin phenol reagent method. - Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 1962, vol. 15, p. 153-166.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.633

Л.Г. Корнева

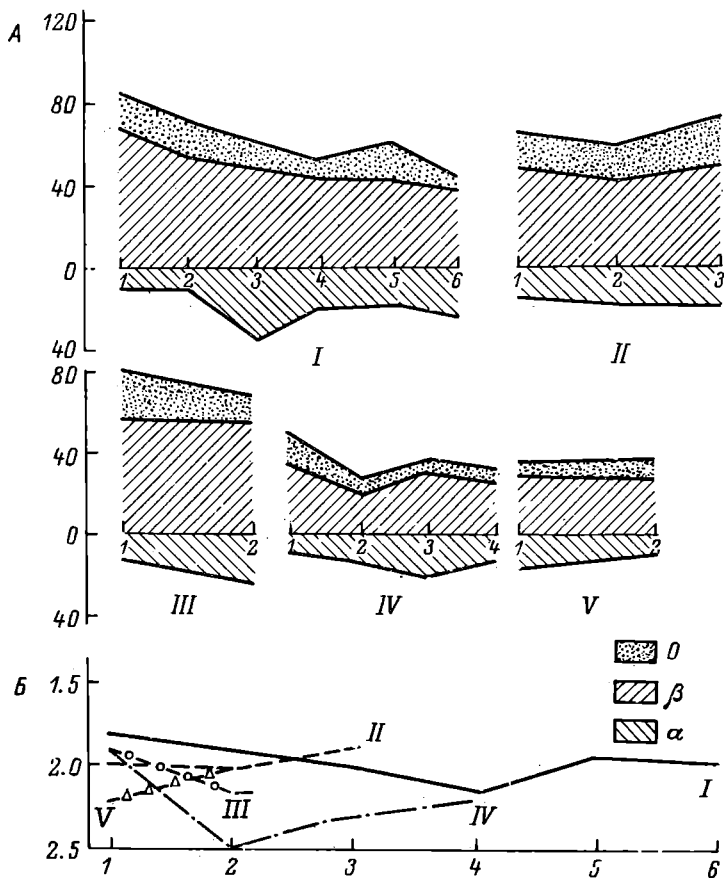
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ
БИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ
ПО ФИТООБРАСТАНИЯМ

В последнее время все большее значение приобретает оценка санитарного состояния водоема по гидробионтам, основанная на способности отдельных видов выдерживать тот или иной уровень сапробности. При этом особенно показательны сидячие организмы, прикрепленные к различным подводным предметам [1]. Нарушение биологического равновесия водных экосистем под влиянием антропогенного воздействия сказывается как на качественном составе, так и на количественном развитии отдельных видов-индикаторов.

Нами проводилось сравнение отдельных методов биологического анализа качества воды по индикаторным видам фитообрастаний. Материал был собран в экспедиции, предпринятой лабораторией пресноводной и экспериментальной гидробиологии ЗИН АН СССР летом 1973 и 1975 гг., на реках Московской (реки I, II, III) и Ленинградской (реки IV, V) областей, использованных в качестве модели.

На всех участках рек в перифитоне преобладали диатомовые водоросли, лишь на реке I на ст. 1 и 2 по таксономическому разнообразию и количественному развитию им не уступали зеленые. Доля видов-индикаторов сапробности на всех участках рек составляла по спискам, приводимым В. Сладечком [6], около 50%.

На основании сводки литературы, приведенной в работе А.В. Макрушина [3] и посвященной вопросу биологического анализа качества воды, результаты альгологического обследования были обработаны наиболее распространенными методами [4, 5, 7]. Обработка данных графическим методом Кнэппа (см. рисунок, А) пока-



Динамика индексов сапробности в реках по методу Кнёппа и Пантле-Букка.

А - по Кнёппу: по оси ординат вверх - сумма баллов олигосапробов и бета-мезосапробов, вниз - сумма баллов альфа-мезосапробов; по оси абсцисс - номера станций.

О - олигосапробная зона.

β и α - бета и альфа-мезосапробные зоны.

Б - по Пантле-Букку: по оси ординат - альфа-бета-мезосапробные и олигосапробные зоны; по оси абсцисс - станции. I-V - реки.

Динамика индексов сапробности в реках
по методу Зелинки и Марвана

Реки	Станции	Зоны сапробности				
		X	O	β	α	P
I	1	0.76	1.67	5.43	1.91	0.01
	2	0.39	1.56	5.28	2.74	0.03
	3	0.12	1.39	3.76	4.64	0.05
	4	0.34	0.98	5.29	3.50	0.06
	5	0.42	1.37	4.76	3.40	0.06
	6	0.30	1.15	4.39	4.16	0.08
II	1	0.41	1.48	4.75	3.50	0.05
	2	0.39	1.24	4.08	4.31	0.06
	3	0.28	1.66	4.33	3.72	0.03
III	1	0.36	1.95	5.05	2.73	0.07
	2	0.17	1.00	3.90	4.98	0.02
IV	1	0.61	1.82	4.72	2.84	-
	2	0.19	1.10	4.20	4.29	0.14
	3	0.32	0.96	4.08	4.34	0.21
	4	0.67	1.21	3.14	4.88	0.10
V	1	0.36	1.25	4.00	4.22	0.18
	2	0.25	1.84	5.00	2.80	0.08

П р и м е ч а н и е. Зоны: X - ксеносапробная, O - олиго-сапробная, β - β - мезосапробная, α - α - мезосапробная, P - полисапробная.

зала, что в реке IV на ст. 2, где происходит сброс сточных вод, отмечалось общее сокращение олиго- β - мезосапробных организмов и увеличение числа α - мезосапробов. Аналогичная картина наблюдалась на ст. 3 в реке I и на ст. 2 в реках II, III, V. Метод Кнёппа довольно нагляден для сравнения отдельных участков рек, отличающихся по уровню антропогенного воздействия. По графику легко можно установить соотношение числа видов-индикаторов на разных станциях. Но этот метод не может выявить четкую принадлежность участков исследованных рек к определенной зоне сапробности.

Для установления зон сапробности был использован метод Пантле-Букка (см. рисунок, Б). При обработке таким способом оказалось, что все станции пяти исследованных рек относятся к β - мезосапробной зоне. Методы Кнёппа и Пантле-Букка учитывают приобщенность каждого вида к определенной ступени сапробности, что практически не бывает, а вид встречается в различных зонах, но в разном количестве. Чтобы избежать субъективной оценки относи-

только значения видов-индикаторов рекомендуют [2] сочетать метод Пантле-Букка с методом Зелинки и Марвана.

Зелинка и Марван для каждой ступени сапробности ввели понятие средневзвешенной сапробной валентности. По предельным валентным значениям (см. таблицу) можно узнать, к какой зоне сапробности ближе тот или иной участок реки. В то же время на каждой станции видно, какова доля валентностей, относящихся к различным ступеням сапробности, при этом учитывается наибольшая встречаемость вида в той или иной зоне. Например, на реке 1У по максимальным значениям индекса четко выражен переход от β -мезосапробной зоны (ст. 1) к α -мезосапробной (ст. 2). Но предельного значения α -мезосапробная валентность достигает на ст. 4. Это объясняется увеличением здесь роли α -мезосапроба *Stigeoclonium tenue* Kuetz., обладающего высоким индикаторным весом - 4.

Обработка данных различными методами биологического анализа качества вод дала приблизительно одинаковые результаты, но наиболее чувствительным, способным уловить отклонения, происходящие в фитоценозе под влиянием стоков, оказался метод Зелинки и Марвана.

Л и т е р а т у р а

1. Долгов Г.И. Биологическое исследование водоемов. - В кн.: Гидробиологические основы самоочищения вод. Л., 1976, с. 112-123.
2. Липеровская Е.С., Пчелкина Н.В. Определение сапробности по Пантле и Букку при изучении санитарного состояния реки. - В кн.: Теория и практика биол. самоочищ. загрязнен. вод. М., 1972, с. 158-162.
3. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. Л., 1974. 60 с.
4. Knöpp H. Grundsatzliches zur Frage biologischer Vorflutenengen erläutert an einem Güteangsschnitt des Mains. - Arch. Hydrobiol., Suppl., 1955, Bd 22 (2), H. 3/4, S. 363-368.
5. Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. - Gas.-und Wasserfach, 1955, Bd 96, H. 18, S. 604.
6. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view. Stuttgart. - Arch. Hydrobiol., 1973, H. 7. 218 S.
7. Zelin M., Marvan P. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. - Arch. Hydrobiol., 1961, Bd 57, H. 3, S. 389-407.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ТВОРЧЕСКИЙ ПУТЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФИЛАРЕТА ДМИТРИЕВИЧА МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКОГО

20 августа 1978 г. после тяжелой и продолжительной болезни скончался Филарет Дмитриевич Мордохай-Болтовской – выдающийся гидробиолог и крупный зоогеограф, чьи работы широко известны в нашей стране и за ее пределами.

Ф.Д. Мордохай-Болтовской родился 7 июля 1910 г. в Варшаве в семье профессора Варшавского университета Дмитрия Дмитриевича Мордохай-Болтовского, известного ученого, специалиста в области высшей математики. Во время первой мировой войны семья Мордохай-Болтовских переехала из Варшавы в Ростов-на Дону, куда был эвакуирован Варшавский университет.

В 1927 г. Филарет Дмитриевич поступил на биологический факультет Ленинградского университета. Его любимым учителем был выдающийся зоолог Валентин Александрович Догель.

В 1931 г. начинается научная деятельность Филарета Дмитриевича на Доно-Кубанской рыбохозяйственной станции ВНИРО, где в 1937 г. он публикует свою первую обстоятельную работу о бентосе Таганрогского залива.

В 1939 г. Ф.Д. Мордохай-Болтовской переходит на работу на биологический факультет Ростовского университета и в 1940 г. защищает кандидатскую диссертацию. Научные интересы Филарета Дмитриевича в эти годы были связаны с изучением распространения каспийской фауны в Азово-Черноморском бассейне. Эти обширные и глубокие зоогеографические исследования завершились большой обобщающей работой, за которую Ф.Д. Мордохай-Болтовскому была присуждена ученая степень доктора биологических наук, а в 1949 г. он был утвержден в звании профессора.

С 1952 г. до последних дней жизни вся творческая и организаторская деятельность Филарета Дмитриевича была связана с Институтом биологии внутренних вод АН СССР. Он по праву может считаться одним из создателей этого научного учреждения.

С 1957 г. Ф.Д. Мордохай-Болтовской заведует лабораторией зоопланктона и зообентоса, изучающей биологический режим Рыбинского водохранилища и других водоемов Волжского каскада.

Однако круг научных интересов Филарета Дмитриевича оставался в течение всей его творческой жизни очень широким. Им было написано более 170 работ, из которых 24 опубликованы за рубежом.

Вопросы зоогеографии и распространения каспийской фауны в водоемах Евразии всегда живо интересовали Филарета Дмитриевича.

В 1960 г. вышла его монография „Каспийская фауна в Азовско-Черноморском бассейне“. Многие вопросы, связанные с той же проблемой, освещены в многочисленных статьях и заметках, опубликованных им в различных научных изданиях.

Как зоолог-систематик Филарет Дмитриевич был знатоком класса ракообразных: гаммарид, полифемид, брахиопод и некоторых других. Он принимал самое деятельное участие в составлении и редактировании „Определителя фауны Черного и Азовского морей“, где им были написаны многие разделы. В Атласах-определителях беспозвоночных Каспийского и Аральского морей им был составлен раздел Cladocera.

В разработке сложной и актуальной проблемы — формирование зообентоса и зоопланктона в водохранилищах Волжского каскада — работы Ф.Д. Мордухай-Болтовского занимают одно из первых мест. Им первым было дано объяснение стадий первоначальной вспышки биологического продуцирования в новых водоемах и последующих стадий длительной депрессии.

Большой научный и практический вклад представляют собой работы Филарета Дмитриевича и его учеников по изучению мелководий водохранилищ и биологии массовых видов гидробионтов во вновь создаваемых водоемах.

Исследование вопросов, связанных с влиянием сброса подогретых вод тепловых электростанций на жизнь крупных водохранилищ многоцелевого пользования, было поручено Ф.Д. Мордухай-Болтовскому в середине шестидесятых годов. Результатом явился цикл работ, получивших широкое признание.

В течение последних лет особое место в интересах Филарета Дмитриевича как биолога занимало изучение поведения водных беспозвоночных. Он считал этологию одним из основных, наиболее прогрессивных и перспективных разделов биологии. По его инициативе и под его руководством в Институте биологии внутренних вод АН СССР были созваны 3 симпозиума (последний, третий, состоялся после кончины Филарета Дмитриевича и был посвящен его памяти).

В 1975 г. издательство Юнк (Нидерланды) обратилось к Ф.Д. Мордухай-Болтовскому как к одному из лучших знатоков водной фауны и биологического режима Волги с просьбой возглавить написание коллективной монографии „Волга и ее жизнь“ (River Volga and its life). Кроме огромного труда по созданию коллектива авторов и редактирования всех разделов, лично Филаретом Дмитриевичем написаны предисловие, заключение, главы, посвященные истории изучения Волги, зообентосу, фауне прибреж-

ной полосы, производственным процессам, составлен список важнейшей литературы о Волге. Коллективная монография вышла на английском и русском языках в 1978 и 1979 гг.

Рассматривая жизненный путь и деятельность Филарета Дмитриевича, необходимо вспомнить и его активный научно-общественный труд. Он был членом нескольких научных обществ, в том числе старейшего „Московского общества испытателей природы“, членом центрального совета ВГБО, членом редакционной коллегии Гидробиологического журнала, участником 6 международных конгрессов и конференций, многочисленных совещаний, симпозиумов и съездов, на которых выступал с докладами.

Филарет Дмитриевич был прирожденным педагогом, заражал учеников своим увлечением и любовью к науке. Под его руководством защищены 25 кандидатских диссертаций, среди его учеников около 20 кандидатов, два доктора и один член-корреспондент Академии наук СССР.

Независимый и самобытный творческий дар Филарета Дмитриевича, редкий талант обобщения научных данных сочетались в нем с хорошим знанием достижений мировой науки, что было легко при свободном владении немецким и французским языками, хорошем знании английского, итальянского и польского.

Умение радоваться, чувство юмора, веселость были присущи Филарету Дмитриевичу, являлись частью его человеческой сущности, и он любил эти черты в людях.

Его глубоко национальный интерес к истории Руси, почти профессиональное знание ее древнего зодчества увлекали и его учеников. А любовь к русской поэзии, к Пушкину – были частью его натуры; творчество великого поэта волновало и притягивало его всю жизнь.

Как человек высокоодаренный, он ценил в людях способности и к науке, и к искусству, всячески поощрял их и искренне радовался их проявлениям.

Уход Филарета Дмитриевича из жизни – большая утрата для коллектива института и для всех, кто связан с исследованиями жизни водоемов и морей нашей Родины.

Память о Филарете Дмитриевиче Мордухай-Болтовском надолго сохранится в сердцах его друзей и учеников.

ИНФОРМАЦИИ

О четвертом Международном конгрессе паразитологов в Польше (Н. А. Изюмова)	3
Пленум научного совета АН СССР по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биологических ресурсов водоемов (Н.В. Буторин)	4

СООБЩЕНИЯ

А.Н. Д з ю б а н. Микрофлора илов Рыбинского водохранилища и ее активность в зимний период	8
Н.А. Ш е х а в ц о в. Численность и продукция бактерий в Ры- бинском водохранилище зимой 1976 г.	12
И.О. С о л н ц е в а, Г.И. В и н о г р а д о в а. Использо- вание бытовых сточных вод для выращивания дрожжей рода <i>Rhodotorula</i>	17
И.О. С о л н ц е в а. Дрожжеподобные организмы в Рыбинском водохранилище и его побережье	19
Т.П. А р с л а н о в а. Инфузории и их развитие в планктоне некоторых озер	22
Г.В. К у з ь м и н, Ю.В. Л а р и о н о в. Количество и со- став взвесей озер разной степени трофии	24
И.М. Б а л о н о в. Новый для флоры СССР вид рода <i>Chryso- sphaerella</i> Laut. (<i>Chrysophyta</i>)	28
И.М. Б а л о н о в. Золотистые водоросли водоемов Вологодской области	31
Ф.И. М е ж н и н. Гистологическое строение интерренального органа и супраренальной железы лучистого ската <i>Raja radiata</i> Donov	37
И.И. Б о г о л е п о в а. Морфофункциональные особенности ки- шечника некоторых камаллянат	42
А.И. Б а к а н о в, В.И. К и я ш к о. Особенности статистиче- ской обработки материалов по питанию рыб	46
Н.А. З и м и н о в а, В.В. З а к о н н о в. Накопление угле- рода, азота и фосфора в донных отложениях Иваньковского во- дохранилища	50
П.И. А н т о н о в. К методике линейных измерений <i>Dreisse- na polymorpha</i> (Pallas)	53
В.И. Р о м а н е н к о, А.С. Д а у к ш т а. Вариант провер- ки метода определения запаса и скорости потребления отдель- ных органических веществ в водоемах по Райту и Хобби	57
Э.С. Б и к б у л а т о в. Методы определения веса растворен- ного органического вещества природных вод	63
Е.М. Б и к б у л а т о в а. Определение липидов во взвешенном веществе природных вод	67
Е.М. Б и к б у л а т о в а, Э.С. Б и к б у л а т о в. О ме- тоде прямого определения растворимых белков в природных водах	69
Л.Г. К о р н е в а. Использование некоторых методов биологиче- ского анализа при оценке качества воды по фитообрастаниям Н е к р о л о г	73
	77