



ISSN 0320-9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

48

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
№ 48



ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1980

Выпуск включает информации об XI Всесоюзной конференции по электронной микроскопии и о вероятностном подходе к анализу роста животных. Статьи посвящены различным сторонам биологии, экологии, физиологии, биохимии и паразитологии рыб, а также вопросам применения математических методов в биологии. Рассчитан на широкий круг гидробиологов, зоологов, экологов и специалистов рыбного хозяйства.

Главный редактор А.В. МОНАКОВ

Ответственный редактор Н.В. БУТОРИН

350957



XI ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

16-18 октября 1979 г. в г. Таллине состоялась XI Всесоюзная конференция по электронной микроскопии (ЭМ), организованная Научным советом по электронной микроскопии АН СССР совместно с АН ЭССР. В работе конференции приняли участие более 300 научных сотрудников нашей страны и ученые из Польши, Болгарии, Венгрии, Румынии, ГДР, Чехословакии, Англии, США, Швеции, ФРГ.

Тематика конференции включала физический и биологический разделы, объединенные общими методами исследования. Биологические материалы были представлены на 8 секциях: электронно-микроскопические методы в биологии, биологические макромолекулы, микроорганизмы и вирусы, эпителиальная ткань в норме и патологии, цитология растений, цитология животных, нервная и мышечная ткани в норме и патологии, соединительная и кровеносная ткани в норме и патологии.

На пленарных и секционных заседаниях прослушано 38 сообщений, 276 докладов были стендовыми. Их демонстрация сопровождалась оживленными обсуждениями.

Современная электронная микроскопия, как было отмечено на пленарном заседании, становится комплексным методом исследования микрообъектов, позволяющим выявить их структуру, функцию, химический состав и широко используется в различных областях науки и техники.

Большое внимание было уделено разработке и совершенствованию методов исследования в электронной микроскопии в применении к различным объектам: вирусам, бактериям, растениям, животным. В ряде докладов обсуждались методические аспекты использования трансмиссионной и сканирующей микроскопии, применение криогенных, иммунных, автордиографических, цитохимических и рентгеноструктурных методов в ЭМ (В.А. Гуляев, А.С. Капрельянц, Я.Ю. Комиссарчик, С.А. Леонович, Н.А. Переверзев и др., В.В. Фетисов). Полезным для участников конференции был обстоятельный, насыщенный фактами доклад А. Бойда (Англия), посвященный подготовке биологических объектов для сканирующей ЭМ. Глубокое впечатление произвело сообщение Дж. Родина (Швеция) о применении комплексного ви-

тального и ЭМ методов для исследования кровотока у высших позвоночных, великолепно иллюстрированный кинофильмом.

В секции „Биологические макромолекулы“ было представлено 33 доклада, посвященных в основном ультраструктуре нуклеиновых кислот, рибосомной РНК, комплексам нуклеиновых кислот с ферментами и др. (С.М. Клименко, В.Д. Васильев, Ю.Ю. Венгеров и др.).

На заседаниях секции „Микроорганизмы и вирусы“ рассматривались вопросы, связанные с современными представлениями о структуре, функции и идентификации бактериальных клеток и вирусов (А.С. Тихоненко, В.И. Бирюзова, Н.Д. Константинова и др., Н.Я. Спивак, М. Рудольф и Д. Бирвольф – ГДР). Были представлены интересные материалы, в которых рассматривались взаимоотношения бактерий с другими организмами (Д.В. Осипов и С.А. Подлипаев, В.М. Лисак и др., И. Лудник и И. Кулба – ЧССР).

Широкий круг вопросов, связанный со структурой и функцией растительных клеток в условиях нормы и патологии, был обсужден на заседаниях секции „Цитология растений“ (Н.В. Белицер, А.Е. Васильев, С.В. Тагеева, А.В. Реунов и А.М. Полякова, Б.Н. Милкус, Н.В. Атрашенков и др.). Метод сканирующей электронной микроскопии сейчас широко используется для решения актуальных вопросов систематики, тонкой структуры многих растительных объектов и в практике сельского хозяйства (Г.П. Гапочка, Ю.М. Плотникова).

Проблемы медико-биологического профиля получили широкое освещение в работе секций „Эпителиальная ткань в норме и патологии“, „Соединительная и кровеносная ткани в норме и патологии“, „Нервная и мышечная ткани в норме и патологии“ и „Цитология животных“. Разнообразными были спектр рассматриваемых вопросов и выбор объектов исследования: простейшие – инфузории, беспозвоночные – дафнии, гребневики, морские ежи, паразитические черви, пиявки (И.Б. Райков и В.Г. Ковалева, Г.И. Сергеева, М.З. Аронова, В.В. Сова и Н.В. Белицер, Б.И. Куперман, Д.П. Синявичене). Большинство работ по ультраструктуре позвоночных было выполнено на лабораторных объектах.

В представленных материалах прослеживается несколько направлений. Исследования ультраструктуры животных клеток в норме сочетаются с применением цитохимических методов выявления различных ферментов, в частности АТФ-азы, сукцинатдегидрогеназы, аденилатциклазы, щелочной фосфатазы и др. (И.Б. Бухвалов, А.Б. Строганова и И.Р. Тер-Акопян, М.И. Лейкина и др., В.И. Алтухова и Т.Г. Бархина, и др.). Большое внимание на конференции уделялось вопросам патологии клетки, возникающей при различных заболеваниях и экстремальных воздействиях (И.Б. Бухвалов и Л.А. Беляева, В.В. Мосеев, И.Н. Соколова и Н.Н. Покровская, В.Ф. Тушевский и О.Ф. Копьев). Рассматривались специфические и неспецифические ответные реакции живот-

ных клеток на повреждающие воздействия. Наряду с классическими методами трансмиссионной ЭМ все шире используются методы рентгеноструктурного анализа и сканирующей ЭМ для исследования всасывающего эпителия (С.В. Буравков и др.), изучения мышц животных в онтогенезе (Н.А. Савельева и др.). Привлекли внимание доклады, посвященные влиянию факторов космического полета на ультраструктуру скелетных мышц и органов чувств рыб (З.К. Савик и К.Д. Рохленко, Я.А. Винников и др.).

Необходимо отметить, что в работе конференции приводилось мало материалов по цитологии водных организмов как в норме, так и при воздействии различных факторов среды. Исследования такого рода весьма актуальны при изучении вопросов, связанных с охраной окружающей среды, и могут успешно решаться на базе Института биологии внутренних вод.

Материалы, представленные на конференции, отражали последние достижения функциональной морфологии и биологии живых организмов и служили предметом оживленных дискуссий. В заключение участники конференции отметили большую актуальность и практическую значимость методов электронной микроскопии, находящих все большее применение в различных областях физических и биологических наук.

Б.И. Куперман, В.Е. Матей

О ВЕРОЯТНОСТНОМ ПОДХОДЕ К АНАЛИЗУ РОСТА ЖИВОТНЫХ

В последнее время проблеме роста животных уделяется все большее внимание. Предложено большое количество подходов, использующих различный математический аппарат. Наиболее простые детерминированные модели изменений анализируемых параметров описываются алгебраическими уравнениями. В более сложных ситуациях применяется аппарат дифференциальных уравнений.

Вариабельность изучаемых параметров часто затрудняет детерминированное описание и вызывает необходимость привлечения более общих моделей. Сложность процессов, обуславливающих рост организмов, отмечал еще в 1933 г. П. Оттестад, который представлял это явление как результат воздействия независимых и случайных величин.

При вероятностном описании роста животных решаются различные вопросы: определяются статистические погрешности изучаемых величин, в частности показателей относительной скорости, оценивается необходимый объем выборки, выявляются факториальные зависимости, частотная структура процесса, производится многомерный анализ изучаемых параметров.

Особое внимание часто уделяется изучению ритмичности в связи с тем, что параметры выделенных циклов несут ценную информацию о процессах развития и роста. Все большее значение при вероятностном подходе находят регистрирующие структуры. Ниже приводится список основных работ, опубликованных за рубежом по этой проблеме.

1. Goncharov A.I., Smetanin M.M. A possible method for objective determination of the age and for fish growth studies by scales analysis. - Congr. Europaeae Ichthyologorum, Sarajevo, 1973, p. 50-51.
2. Janoschek A. Das reaktionkinetische Grundgesetz. - Statist. Vierteljahresschrift, 1957, Bd 10, S. 26-37.
3. Kawashima R., Kyuushin K. On the analysis of chum salmon scale pattern by use of autocorrelation coefficient. - Bull. Faculty Fisheries, Hokkaido University, 1964, vol. 15, No 1, p. 25-33.
4. Krause G.F., Siegel P.B., Hurst D.C. A probability structure for growth curves. - Biometrics, 1967, vol. 23, No 2, p. 217-225.
5. Laria J.M., Poddubni A.G., Goncharov A.I., Volodin V.M., Smetanin M.M. Sobre el crecimiento y maduration del mugil Dajao Agonostomus Monticola (Bancroft) en el embalse del pueblo "Las Terrazas" (Sierra del Rosario, Cuba). - Serie Forrestal, 1975, No 24, p. 1-10.
6. Medawar P.B. Discussion of growth and new growth. - Proc. Roy. Soc. Med., 1942, vol. 35, p. 500.
7. Medawar P.B. Size, shape and age. - In: Essay on Growth and Form. Oxford, 1945, p. 157-187.
8. Nelder J.A. The fitting of generalization of the logistic curve. - Biometrics, 1961, vol. 17, No 1, p. 89-110.
9. Ottestad P. A mathematical method for the study of growth. - Essay on population, Hvalrad, 1933, No 7, p. 30-54.
10. Parks J.R. A stochastic model of animal growth. - J. theoret. Biol., 1973, vol. 42, No 3, p. 505-518.
11. Pineau M. La croissance et ses lois. - Doct. Fac. Sci. Univ., Paris, 1965. 307 p.
12. Rao C.R. Some statistical method for comparison of growth curves. - Biometrics, 1958, vol. 14, No 1, p. 1-17.

13. Sprent P. The mathematics of size and shape. - Biometrics, 1972, vol. 28, No 1, p. 23-37.
14. Szekely J.G., Kennedy G.G., Hoffman J.G. Monte Carlo simulation of clone growth. - Cell Tissue Kinetics, 1972, vol. 5, p. 203-213.
15. Zotin A.I., Zotina R.S. Thermodynamic aspects of development biology. - J. theoret. Biol., 1967, vol. 17, No 1, p. 57-75.
16. Zotina R.S., Zotin A.I. Towards a phenomenological theory of growth. - J. theoret. Biol., 1972, vol. 35, No 2, p. 213-225.

М.М. Сметанин

УДК 579.68(285.2)

В.И. Романенко, Н.П. Смирнов,
В.Л. Кожара, Б.А. Флеров

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОДУКЦИИ И ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ОЗ. ИСКАНДЕРКУЛЬ

Оз. Искандеркуль находится в ТаджССР на отрогах Гиссарского хребта на высоте 2195 м над уровнем моря. Площадь его 3.5 км², объем 183 млн м³, наибольшая глубина 72 м [1, 4]. Оно завального типа, расположено во впадине, окруженной цепью горных вершин, питается талыми водами снежников и подземными источниками. Из втекающих рек наиболее крупная р. Сарытаг, вытекает р. Искандер-дарья.

Водоем был обследован в июле 1971 г. с целью определения численности и скорости размножения бактерий и интенсивности образования и разрушения органического вещества. Анализы производились по методам, описанным в руководстве по экологии микроорганизмов [3], продукция фитопланктона и бактерий определялась с помощью ¹⁴C.

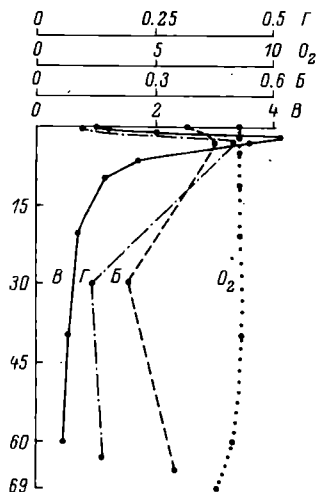
Наблюдения на озере производились после очередного паводка, вода имела зеленовато-белесый оттенок (обычно она бывает голубовато-зеленоватая) и прозрачность 0.9 м по диску Секки. Вода слабо минерализованная, электропроводность 90 ом⁻¹·см⁻¹, жесткость у поверхности 1.4, у дна 1.5 мг-экв/л. По химическому составу ее следует отнести к гидро-карбонатно-кальциевому типу (мг/л):

	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe	Cl ⁻	HCO ₃ ¹	O ₂	Si	NO ₂ ¹
Поверхность	28	0.0	0.07	3.3	57.9	8.36	1.1	0.0
Дно	24	3.6	0.0	4.3	54.0	7.60	1.2	0.0

Полученные нами данные близки к приведенным В.И. Барановым [1]. Биогенные элементы находились на грани чувствительности методов анализа, кислород присутствовал во всей толще воды, лишь у дна содержание его снизилось на 0.76 мг по сравнению с поверхностью и было ниже предела насыщения при данных условиях. Столь однообразное содержание растворенного газа по глубине убеждает нас в том, что микробиологические процессы потребления кислорода на окисление органических ве-

Рис. 1. Распределение микроорганизмов и кислорода в толще воды озера.

Б - общее количество бактерий, млн/мл; В - потенциальная способность фитопланктона к фотосинтезу в относительных единицах при освещении у поверхности воды; Г - гетеротрофная ассимиляция CO_2 микроорганизмами, мкг С л/сутки. O_2 - содержание кислорода, мг/л. По оси ординат - глубина, м.



шеств протекают в водоеме чрезвычайно медленно. Это было подтверждено нами путем прямого определения и связано также с низкой температурой воды (см. таблицу). Указанное время свидетельствует об исключительной бедности озера.

На основании потенциальной способности к фотосинтезу проб, взятых с разных глубин и проэкспонированных с $^{14}\text{CO}_2$ при поверхностном солнечном свете, установлено, что живые водоросли присутствуют по всей толще воды от поверхности до дна. Максимальное количество фитопланктона сосредоточено в нижней части эвфотической зоны (рис. 1). Оптимальные условия фотосинтеза находятся на глубине 2 м при данной прозрачности. Глубже фотосинтез угнетается недостатком света, выше - избыточной инсоляцией (рис. 2).

Продукция фитопланктона чрезвычайно мала (15 мкг С л/сутки) и под 1 м² поверхности выражается 0.18 г С, т.е. величиной, характерной для олиготрофных водоемов типа озер Байкал, Онежское, Ладожское.

Общее количество бактерий в воде составляло 0.3-0.4 млн/мл, за сутки ими фиксируется 0.07 в эфотической и 0.4 мкг С/л CO_2 в нижней части эвфотической зоны. Таким образом, продукция бактериальной биомассы равна 1.5-2.3 мкг С л/сутки, а время удвоения численности бактерий достигает 520 ч. Исходя из соотношения между дыханием и фиксацией CO_2 [2] было рассчитано, что в воде разрушается 4.8-7.5 и лишь в слое температурного скачка около 24 мкг С л/сутки органического вещества.

Два дня подряд определялась суточная динамика интенсивности фотосинтеза. Пробы воды после внесения меченого карбоната экспонировались у поверхности, через каждые 2 ч из них

Количество бактерий, продукция и деструкция органического вещества в озере

Глубина, м	Электроводность, ом ⁻¹ · см ⁻¹	Прозрачность по диску Селки, м	Температура воды, °С		Интенсивность фотосинтеза, С/сутки	Количество бактерий, млн/мл		Гетеротрофная ассимиляция CO ₂ , мкг С/сутки		Время удвоения биомассы бактерий, ч	Продукция бактериальной биомассы, мкг С/л/сутки	Деструкция органического вещества, мкг С/л/сутки
69	90	0.9	поверхность	дно	поверхность, мкг/л	под 1 м, г	поверхность	дно	поверхность	дно	поверхность	дно
7.3	11.4	0.18	поверхность	дно	15	0.36	поверхность	дно	510	250	1.5	2.3
4.8	7.5	0.09	поверхность	дно	0.14	0.38	поверхность	дно	поверхность	дно	поверхность	дно

отбиралось по 50 мл для анализа радиоактивности водорослей. В яркий солнечный день прирост органического вещества выражается двувершинной кривой (рис. 3, а), что отмечено и на равнинных водоемах. Но если в них эта закономерность прослеживается не всегда, то в оз. Искандеркуль угнетение фотосинтетической активности водорослей в середине дня выражается, особенно ярко. Подобная картина наблюдалась нами и на других озерах Памира (Кара-Куль, Яшиль-Куль и др.). Мы полагаем, что это связано с сильной коротковолновой радиацией. На второй день, в его первую половину, наблюдался резкий всплеск фотосинтетической активности, а во вторую половину дня (при пасмурной погоде) произошло ее затухание (рис. 3, б).

Таким образом, в высокогорном оз. Искандеркуль микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества протекают слабо, при малом содержании бактерий и низкой продукции их биомассы. Динамика прироста органического вещества в процессе фотосинтеза описывается двувершинной кривой с минимумом в середине дня и 2 пиками в 10 и 16 ч.

Рис. 2. Действительная величина интенсивности фотосинтеза по глубине под воздействием света и распределения водорослей.

По оси ординат – глубина, м; по оси абсцисс – относительные единицы. 0,156 – масштаб.

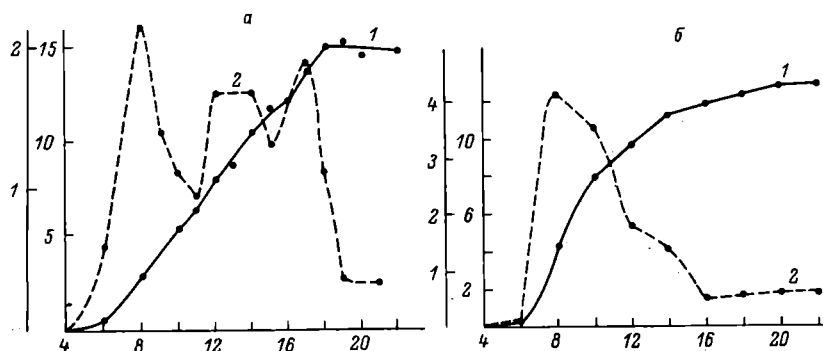


Рис. 3. Динамика прироста органического вещества водорослей в процессе фотосинтеза.

а – 8 июля, б – 9 июля; 1 – прирост в течение дня, 2 – за каждые 2 ч. По оси ординат: слева – мкг С л/2 ч, справа – прирост мкг С л в течение дня; по оси абсцисс – декретное время суток.

По всем показателям это типично олиготрофный водоем. Количество бактерий, вероятно, было завышенным в результате взмучивания воды после дождя.

1. Б а р а н о в И.В. Лимнологические типы озер СССР. Л., 1961. 275 с.
2. Р о м а н е н к о В.И. Соотношение между потреблением кислорода и углерода у гетеротрофных бактерий при росте на пептоне. - Микробиология, 1965, т. 34, вып. 3, с. 397-402.
3. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974. 193 с.
4. Т а д ж и к и с т а н. Матер. Таджикско-Памирской экспедиции. Л., 1936. 398 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

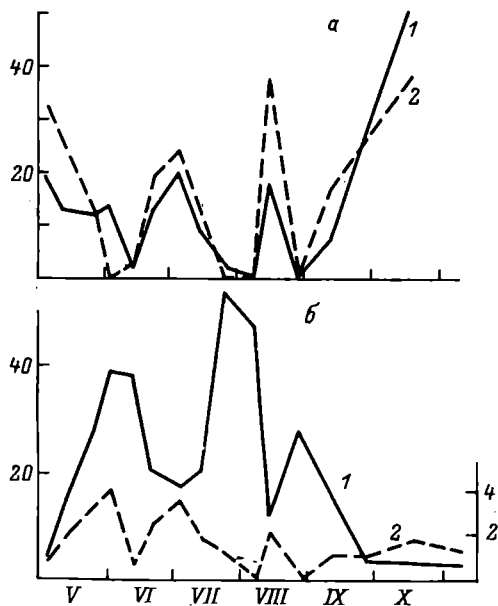
УДК 577.472(028)

Л.Е. С и г а р ё в а

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В ФИТОПЛАНКТОНЕ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ФЕОФИТИНИЗАЦИИ

При изучении первичной продукции фитопланктона значительный интерес могут представить данные о состоянии хлорофилла как одного из внутренних факторов фотосинтеза. Оценка состояния пигментов основана на неодинаковой устойчивости хлорофилл-белково-липидных комплексов к разрушению [2]. В данной работе сделана попытка определить состояние хлорофилла в фитопланктоне по содержанию феопигментов и по их образованию в процессе обработки проб водным раствором ацетона (60%). О возможности такого подхода к выяснению состояния и реакционной способности хлорофилла свидетельствуют прижизненная феофитинизация [4], преимущественная деградация лабильного фонда пигментов [4], разная скорость превращения в феофитин агрегированных форм хлорофилла [1].

Материал собирался на одной из наиболее продуктивных станций Рыбинского водохранилища (ст. 2 у бывшего г. Мологи) в 1977 г. с мая по ноябрь еженедельно. Пробы воды отбирались плексигласовым батометром со следующих горизонтов: 0-2 м (эвфотная зона), 7-8 м (средний горизонт), 15-16 м (придонный слой). Фитопланктон для анализов концентрировался фильтрацией воды (0.5-1 л) через мембранный фильтр № 6 с подложкой из мела и стекла. Пигменты определялись в свежем материале стандартным спектрофотометрическим методом [5, 6] при оптической плотности экстрактов, обычно превышающей 0.2.



Содержание феопигментов в общем фонде хлорофилла и в прочно связанной форме на фоне сезонной динамики фитопланктона.

а - относительное содержание феопигментов в фитопланктоне, % от суммы с хлорофиллом; по оси ординат: 1 - феопигменты в исходной пробе, 2 - феопигменты, оставшиеся в пробе после обработки 60%-м ацетоном.

б - изменение концентраций пигментов, мкг/л; по оси ординат: 1 - хлорофилл α (слева), 2 - феопигменты (справа); по оси абсцисс - месяцы.

О состоянии пигментов судили по их извлекаемости 60%-м ацетоном [3] в течение 30-минутного настаивания растертой массы фитопланктона в холодильнике. Экстракт пигментов пропускали через стеклянный фильтр № 4. Доизвлечение пигментов из осадка проводилось 90%-м ацетоном обычным способом. В полученной вытяжке определяли хлорофилл и феопигменты. Сопоставляя содержание феопигментов в параллельных пробах до и после обработки 60%-м ацетоном, оценивали устойчивость хлорофилл-белково-липидного комплекса к феофитинизации.

Фотосинтез определяли кислородным методом. Склепки экспонировались в люминостате при освещенности около 10 тыс. люкс и температуре, близкой к наблюдаемой в водоеме. Интенсивность фотосинтеза в расчете на единицу количества хло-

Показатели состояния пигментной системы фитопланктона
на разных горизонтах

Дата	Гори- зонт, м	Хлоро- филл, мкг/л	Непрочно связан- ный хло- рофилл, %	Феопигмен- ты, % от суммы с хлорофиллом	Фотосинтез, мг O_2 /мг хлорофилла за 6 ч
22 VI	0-2	20.4	28	13	60
	Дно	19.0	38	31	68
26 VII	0-2	53.6	18	2	22
	7-8	28.9	24	2	56
	Дно	33.0	30	16	45
8 VIII	0-2	46.6	15	0	49
	7-8	18.8	17	9	65
	Дно	6.0	23	32	74
29 VIII	0-2	27.9	25	0	46
	7-8	19.8	29	0	54
	Дно	18.5	32	2	60

рофилла использовалась в качестве показателя его фотосинте-
тической активности.

Содержание феопигментов относительно их суммы с хлоро-
филлом обратно коррелировало с количеством хлорофилла: мини-
мальный процент дериватов отмечался в пиках сезонной дина-
мики фитопланктона, более значительную долю они составляли
на стадии нарастания биомассы и на спадах в развитии планк-
тона (см. рисунок).

Количество продуктов распада хлорофилла с глубиной воз-
растало от 9% (в целом за сезон) в эвфотной зоне до 14-16%
в среднем и придонном горизонтах. Наиболее отчетливо верти-
кальное распределение прослеживалось в летний период в шти-
левую погоду (см. таблицу).

Увеличение количества феопигментов с глубиной сопровож-
далось ослаблением прочности хлорофилл-белково-липидного
комплекса и возрастанием фотосинтетической активности хлоро-
филла (см. таблицу). В сезонном аспекте подобное соответст-
вие отмечалось при сравнении показателей состояния пигмент-
ной системы в максимумах развития фитопланктона. Весенний
пик отличался от летнего более высоким содержанием феопиг-
ментов и непрочно связанного хлорофилла: 14 и 2% дериватов,
41 и 18% слабо связанного хлорофилла соответственно.

Состояние феопигментов характеризовалось неравномерным
их распределением во фракциях извлекаемого и неизвлекаемого
60%-м ацетоном хлорофилла. В большинстве случаев дериваты

оставались в фонде прочно связанного хлорофилла. Обработка проб 60%-м ацетоном приводила к увеличению количества фео- пигментов по сравнению с контролем. Исключение составляли пробы фитопланктона, отобранные в максимумах его численно- сти: имеющиеся в них дериваты почти полностью извлекались 60%-м ацетоном и в фонде прочно связанного хлорофилла не об- наруживались (см. рисунок).

Различная устойчивость хлорофилла к феофитинизации согла- суется с другими показателями состояния пигментов. Фотосин- тетическая активность хлорофилла была наиболее высокой (76- 143 мг O_2 /мг хлорофилла за 6 ч) в периоды нарастания био- массы водорослей, когда отмечались значительные исходные количества феопигментов, низкая устойчивость хлорофилла к деградации под влиянием обработки проб 60%-м ацетоном и по- вышенное содержание слабо связанного хлорофилла.

Таким образом, неоднородность прочно связанной формы хло- рофилла проявляется в различной скорости образования феопиг- ментов и согласуется с показателями состояния и активности хлорофилла. Оценка устойчивости пигментного комплекса к фео- фитинизации может дать дополнительную информацию о состоя- нии хлорофилла в фитопланктоне.

Л и т е р а т у р а

1. Быстрова М.И., Пакшина Е.В., Краснов- ский А.А. Изучение феофитинизации агрегированных форм хлорофилла. - Биохимия, 1975, т. 40, № 1, с. 137-144.
2. Войновская К.К. К вопросу о состоянии хлорофилла в листьях растений и методах его изучения. - В кн.: Фото- синтез и продуктивность озимой пшеницы на юго-востоке Казахстана. Алма-Ата, 1976, с. 70-76.
3. Осипова О.П. О белковом компоненте хлорофилл-бел- кового комплекса. - Тр. Ин-та физиол. растений им. К.А. Тимирязева, 1953, т. 8, вып. 1, с. 57-66.
4. Шлык А.А., Баранов А.А., Махтюк М.Д., Русак Э.Н. Избирательная феофитинизация новых молекул хлорофилла в клет- ках эвглены. - Биохимия, 1967, т. 32, вып. 1, с. 50-58.
5. Jeffrey S.W., Humphrey G.F. New spectro- photometric equations for determining chlorophylls a, b, c_1 and c_2 in higher plants, algae and natural phytoplank- ton. - Biochem. Physiol. Pflanzen, 1975, vol. 167, p. 191-194.
6. Lorenzen C.J. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. - Limnol. and Oceanogr., 1967, vol. 12, p. 343-346.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

М. Перес Ейрис, В.И. Романенко,
М.А. Пубиенес

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЙХОРНИЕЙ
EICHNORNIA CRASSIPES (MART.) SOLMS.
АНИОНОВ КАРБОНАТА ЧЕРЕЗ КОРНЕВУЮ СИСТЕМУ

Эйхорния – плавающее растение тропических водоемов, имеет сильно развитую корневую систему, через которую осуществляется минеральное питание. С помощью меченых атомов было установлено, что многие тяжелые металлы потребляются высшими растениями, вероятно, путем пассивного транспорта. Их содержание в тканях зависит от концентрации подаваемых растворов [1].

Нас заинтересовал вопрос, ассимилирует ли корневая система эйхорнии карбонатные ионы и используются ли они в процессе фотосинтеза. Высшие растения используют для фотосинтеза углекислоту воздуха, но в нем находится 0.16 мг C/CO_2 на 1 л, в то время как в воде нередко содержится 10–40 мг C /л карбонатных ионов, т.е. в 150 раз больше.

В опыте были взяты 3 маленькие растения, размером от кончика корней до верхушки листьев около 10 см. Они были помещены в воду, содержащую 15 мг C карбонатов на 1 л, помеченных изотопом ^{14}C до активности под торцовым счетчиком Гейгера $0.14 \cdot 10^6$ имп./мин/л. Два из них экспонировались при естественном освещении на окне лаборатории, одно – в темноте. В один из растворов на окне было внесено 5 мг/л $AgCl$ для подавления деятельности находящейся на корнях микрофлоры.

Через определенное время (табл. 1) срезали по одному листку, каждый из которых быстро высушивался, взвешивался и под торцовым счетчиком Гейгера учитывалась его радиоактивность. На самопоглощение β -излучения вносилась поправка, для чего определялось ослабление излучения активного точечного препарата, покрытого высушенным листом.

Уже через 2 ч в зеленой массе была обнаружена значительная радиоактивность (табл. 1). В течение опыта наибольшие величины ^{14}C найдены в растениях на свету, наименьшие – в темноте.

Через сутки вся зеленая масса была срезана, высушена и взвешена. Вес 3 экз. был близким – 273, 248, 226 мг. Рассчитано, что в листья эйхорнии через 4 ч в темноте поступало 1.1, на свету 6.1 мкг C/CO_2 , т.е. при фотосинтезе в организм поступают значительно большие величины карбонатов. В варианте с Ag^+ в зеленой массе карбонатных анионов было обнаружено меньшее количество скорее всего в результате токсического воздействия ионов серебра на корни. Через 24 ч анализы были

Т а б л и ц а 1

Поступление карбонатов в листья эйхорнии через корневую систему

Время экспонирования, ч	Условия	Навеска листа, мг	Радиоактивность			Ассимилировано C/CO_2 листьями, мкг
			импл./мин	на 100 мг сухого веса, импл./мин	на все растение, импл./мин	
2 ч (9-11) слабый свет	В темноте	19.8	533	2692	6083	0.6
	На свету	23	1460	6348	15748	1.6
	На свету с Ag^+	20	330	1650	4504	0.5
4 ч (9-13) яркий свет	В темноте	20	987	4935	11153	1.1
	На свету	21	5149	24519	60807	6.1
	На свету с Ag^+	16	586	3550	9621	0.9
6 ч (9-15) дождливый день	В темноте	17	780	4588	10368	1.0
	На свету	18	3888	21600	53568	5.3
	На свету с Ag^+	37	909	2456	6704	0.6
24 ч (9-9)	В темноте	5.6	847	15125	34181	3.4
	На свету	5	1527	30540	75739	7.5
	На свету с Ag^+	15	525	3500	9550	0.9

Т а б л и ц а 2

Суммарное поступление через корневую систему эйхорнии карбоната в листья и вздутия у их основания через 24 ч

Условия	Орган	Сухая навеска, мг	Радиоактивность, имп./мин		Ассимилировано C/HCO_3^* зеленой массой всего растения, мкг	
			на свету	на 100 мг сухого веса	порознь	сумма
В темноте	Листья	5.6	877	15125	1.4	4.7
	Вздутия	4.4	779	17704	3.3	
На свету	Листья	5.0	1527	30540	2.6	19.6
	Вздутия	5.2	5211	100210	17.0	
На свету с Ag^+	Листья	15.0	525	3500	0.3	40.8
	Вздутия	8.3	21660	261036	40	

проделаны не только с листьями, но и со вздутиями у их основания, в которых обнаружена исключительно высокая радиоактивность (табл. 2).

Чтобы выяснить, находится ли ^{14}C в зеленой массе в составе карбонатов или в органическом веществе, сырые и сухие препараты выдерживались около часа в 1%-м растворе кислоты и затем вновь просчитывались. Снижение радиоактивности было незначительным. Три препарата до обработки имели метку 27470, 20860, 13760 имп./мин., после обработки — 23760, 18610, 11400 имп./мин, т.е. основное количество C/CO_3^+ находилось вероятнее всего в продуктах фотосинтеза и не разрушалось под воздействием кислоты.

Таким образом, в реакциях фотосинтеза в зеленой массе эйхорнии некоторая часть карбонатов может поступать через корневую систему.

Л и т е р а т у р а

1. Тимофеев - Рисовский Н.В., Тимофеева - Рисовская Е.А., Милютина Г.А., Гецова А.В. Коэффициенты накопления пресноводными организмами радиоактивных изотопов 16 различных элементов и влияние комплекса ЭДТА на некоторые из них. - ДАН СССР, 1960, т. 132, № 5, с. 1191-1194.

Отдел экологии АН Кубы
Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
МАКРОФИТОВ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Литературные данные по деструкции органического вещества высшей водной растительности в зимний период отсутствуют. Необходимость подобных работ очевидна. Такие наблюдения были произведены нами в зимний период с января по март 1978 г. В опытах использовали камыш озерный и рдест блестящий, собранные в сентябре 1977 г. в прибрежье Рыбинского водохранилища.

Макрофиты, высушенные при температуре 105° до постоянного веса, в количестве 5 г вносили в мелкоячеистые капроновые мешки. Последние опускали в пруд под лед на глубину 1.0 м. Через определенные промежутки времени мешки вынимали из пруда. Растения сушили до постоянного веса. По разности между исходным и конечным весом судили об изменении сухого веса. Затем часть образца растения сжигали в муфельной печи при $450-500^{\circ}$ и определяли содержание органического вещества. В золе анализировали содержание К и Na пламеннофотометрическим методом, Са и Mg — комплекснометрическим титрованием с применением индикаторов эриохрома и мурексида [1, 2]. В другой части сухого образца макрофитов определяли азот, углерод и водород на C-, N-, H-анализаторе при чувствительности 1 : 5. Навеска растительного материала колебалась от 1.5 до 2.0 мкг сухого веса.

Температура воды под льдом колебалась от 0.2 до 1.5° . Содержание кислорода в начале опыта равнялось 1.1 мг/л, затем в течение 50 суток обнаруживались только следы (0.04 мг/л). За последние 30 суток наблюдения содержание кислорода возросло до 4.0 мг/л.

Полученные результаты (см. таблицу) показывают, что потери сухого веса растений в начале опыта весьма значительны. В течение 20 суток сухой вес макрофитов уменьшился примерно на 20%. В дальнейшем наблюдалось снижение сухого веса растений, но интенсивность потерь была значительно ниже, чем в начале. Такая закономерность, по-видимому, связана с выщелачиванием подвижных соединений из тканей растений. Всего за период наблюдения (80 суток) потери сухого веса камыша и рдесты соответственно составили 22 и 35% от исходного веса. Эти наблюдения совпадают с экспериментальными данными, полученными в аэробных условиях при низкой температуре [4, 5].

Известно, что быстрота разложения микроорганизмами различных органических веществ растительного происхождения за-

Разложение высшей водной растительности в зимний период (пруд пос. Борок)

Вид растительности	Продолжительность опыта, сутки	Потери сухого веса		Убыль органического вещества		Изменение элементного состава органического вещества, г на навеску				Изменение минеральных компонентов растительного вещества, г на навеску			
		г	% от исходной величины	г	% от исходной величины	N	C	H	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	
Камыш озерный	Исходное	0	0	4.59	100	0.102	2.271	0.297	0.0012	0.006	0.007	0.002	
	10	0.40	8.1	4.37	95.2	-	-	-	0.0001	0.0005	0.006	0.001	
	20	0.96	19.3	3.81	83.0	0.054	1.968	0.247	0.0002	0.0005	0.007	0.001	
	30	0.98	19.7	3.82	83.0	0.027	1.886	0.235	0.0002	0.0007	0.006	0.001	
	50	0.99	19.9	3.85	83.3	0.028	1.874	0.223	0.0001	0.0003	0.005	0.0008	
	80	1.08	21.8	3.72	81.0	0.027	1.858	0.225	0.0002	0.0005	0.006	0.001	
Рдест блестящий	Исходное	0	0	1.42	100	0.088	0.987	0.086	0.0008	0.005	0.114	0.010	
	10	0.58	11.8	1.41	99.3	-	-	-	0.0005	0.002	0.101	0.008	
	20	0.77	15.6	1.35	95.1	0.051	0.896	0.070	0.0005	0.002	0.092	0.007	
	30	0.94	19.1	1.32	92.9	0.049	0.827	0.062	0.0005	0.002	0.089	0.008	
	50	1.03	20.9	1.32	92.9	0.047	0.836	0.063	0.0005	0.002	0.090	0.008	
	80	1.72	34.9	1.22	85.9	0.038	0.730	0.058	0.0005	0.002	0.084	0.008	

висит от ряда факторов: химического состава органического вещества, природы микроорганизмов, участвующих в процессах разложения, окружающих условий, при которых происходит разложение, в особенности от аэрации и температуры.

Полученные результаты показывают, что убыль органического вещества камыша и рдеста за 20 суток соответственно составила 17 и 5% от исходного содержания. В последующие сутки наблюдалось разложение органического вещества, но скорость распада была низкой. За весь период наблюдений органическое вещество камыша и рдеста распалось на 19 и 14% от исходного содержания. Сходные результаты были получены при изучении распада рясковых сообществ в аэробных условиях [4].

Наблюдения за изменением элементного состава органического вещества показали (см. таблицу), что содержание азота в биомассе макрофитов уменьшалось достаточно быстро, особенно в начальной стадии разложения растений. В дальнейшем скорость потерь азота замедлилась. Через 80 суток в камыше и рдесте соответственно осталось 26 и 43% азота от исходной величины. Потери углерода из тканей макрофитов незначительны. За весь период наблюдения они составили 18% для камыша, 26% для рдеста. В исходных образцах камыша отношение C/N равнялось 22.2, рдеста - 11.2, в конце опыта оно возросло в первом случае в 3, во втором в 1.7 раза. Это указывает на распад в первую очередь азотистых соединений. Разложение сложных углеводов идет значительно медленнее, чем азотсодержащих веществ.

При разложении макрофитов такие подвижные элементы, как K и Na, вымываются очень быстро, около 90% в течение первых 10 суток. В последующем содержание этих элементов в растительных тканях оставалось на одном уровне. Подобные результаты были получены [3] в опытах по разложению рогоза широколистного в аэробных условиях. Скорость потерь Ca и Mg ниже, чем K и Na. В изменении содержания Ca в камыше не удалось установить определенной закономерности. Потеря Ca из тканей рдеста была незначительной и за время опыта составила немногим более 20% от исходной величины. Содержание Mg в начале опыта в разлагающихся тканях камыша и рдеста уменьшилось, затем возросло. Подобные изменения наблюдались в опытах Вохлера с соавторами [5] при разложении рдеста в аэробных условиях при низкой температуре.

Таким образом, скорость деструкции органического вещества макрофитов в зимний период в микроаэрофильных условиях была низкой. В начальной стадии разложения высших водных растений физическое выщелачивание веществ из тканей преобладало над биологическими процессами. За 80 суток наблюдения потери сухого веса камыша и рдеста соответственно составили 22 и 35% от исходной величины. Убыль органического вещества

за этот период была менее 20%. Разрушению подвергались в основном азотистые соединения. Потери азота за 80 суток составили 50% от исходной величины.

Л и т е р а т у р а

1. Алексеева Д.М. Пламеннофотометрический и трилонометрический методы определения Ca в растениях. - Почвоведение, 1965, № 5, с. 63-67.
2. Алехин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973, 267 с.
3. Boyd C.E. Losse of mineral nutrients during decomposition of *Typha latifolia*. - Arch. Hydrobiol., 1970, No 66, p. 511-517.
4. Laube H.R., Wohler J.R. Studies on the decomposition of a duckweed (*Lemnaceae*) community. - Bull. Torrey Botanical Club, 1973, vol. 100, p. 238-240.
5. Wohler J.R., Robertson D.B., Laube H.R. Studies on the decomposition of *Potamogeton diversifolius*. - Bull. Torrey Botanical Club, 1975, vol. 102, p. 76-78.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.64

Т.Ф. Микрякова

ВЛИЯНИЕ КАДМИЯ НА РОСТ РЯСКИ МАЛОЙ

Соединения солей тяжелых металлов относятся к числу распространенных источников загрязнения гидросферы. Один из наиболее сильных токсикантов - соединения кадмия, ПДК которых по иону Cd^{2+} в поверхностных водах составляет 0.005 мг/л [2].

Известно, что различные гидрофиты по-разному относятся к токсикантам: одни выдерживают большие концентрации, другие гибнут при малых. Исследовалось влияние 0.005, 0.01, 0.1 и 1.0 мг/л иона кадмия на ряску малую (*Lemna minor*) в течение 2 недель культивирования. Выяснилось, что концентрации 0.005 и 0.01 мг/л не оказывают ингибирующего воздействия на ее рост в течение исследуемого периода. Повышение concentra-

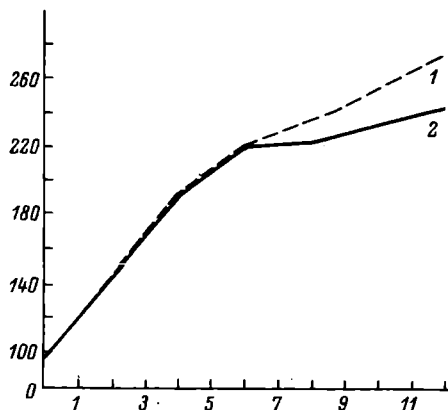


Рис. 1. Скорость роста ряски малой при концентрации Cd^{2+} 0.01 мг/л.

1 - контроль, 2 - опыт. По оси ординат - количество листецов; по оси абсцисс - время, сутки.

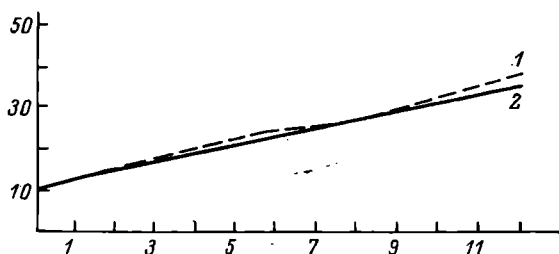


Рис. 2. Биомасса ряски малой при концентрации Cd^{2+} 0.01 мг/л.

По оси ординат - сухой вес ряски, мг. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

ции до 0.1 и 1.0 мг/л вызывало резкое подавление роста. К концу первых суток отделялся корешок, на третьи сутки происходило обесцвечивание и гибель листецов.

Последующее исследование проводилось при концентрации кадмия 0.01 мг/л с учетом роста ряски и возможности поглощения ею Cd^{2+} . Ряска культивировалась в колбах Виноградского на стерильной природной воде с добавлением иона кадмия в виде азотнокислой соли. В каждую колбу наливалось 300 мл воды и помещалось 100 по возможности одинаковых листецов. Колбы закрывались ватными пробками и помещались на люминесцент в большой аквариум, где с помощью ультратермостата

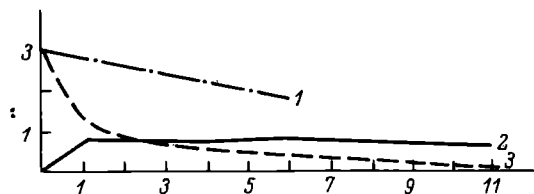


Рис. 3. Содержание кадмия в сухой ряске и культуральной среде.

1 — холостая проба, 2 — ряска, 3 — среда. По оси ординат — содержание Cd^{2+} , мкг; по оси абсцисс — время, сутки.

поддерживалась постоянная температура 25° . Освещение было непрерывным и составляло 1200 лк. Одновременно ставился химический контроль, который позволил проследить за изменением концентрации кадмия в культуральной среде без ряски (холостой опыт).

Определения производились на 1-е, 6-е и 12-е сутки. Рост и продуктивность ряски характеризовались подсчетом листочков и путем определения сухого веса. Анализ проб воды и ряски на содержание кадмия проводился по методике Н.П. Морозова с соавторами [1] на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

Результаты анализов представлены не на единицы веса и объема, а в расчете на колбу, т.е. на 300 мл жидкости и на то количество ряски, которое находилось в момент определения; это позволило провести балансовый расчет по кадмию.

Исследования показали, что внесение кадмия в субстрат (в пересчете на 300 мл это составит 3 мкг Cd^{2+}) не тормозит ростовые процессы и ряска в течение 6 суток практически не отстает от контроля (рис. 1). Затем, несмотря на дальнейшее увеличение числа листочков, в варианте с кадмием наблюдалось угнетение роста и к 12 суткам разница между контролем и опытом составила 31 листочек. Соответственно и выход сухой биомассы ряски в контроле оказался несколько выше, чем в опытном варианте (рис. 2). Анализ культуральной среды, в которой находилась ряска, показал, что содержание кадмия постепенно снижалось и его концентрация к концу опыта составила 0.1 мкг от 3 мкг в исходной среде (рис. 3). При выяснении вопроса о возможности поглощения ряской иона кадмия и степени его накопления в ней оказалось, что поглощенное в первые сутки количество Cd^{2+} (0.76 мкг) сохранялось в ряске до конца культивирования, хотя ее рост и продолжался. Вероятно, после „насыщения“ клеток кадмием процессы накопления затормаживались и Cd^{2+} в ряску больше не поступал, а поглощенный частично распределялся по молодым листочкам при их образовании.

Как видно из рис. 3, сумма концентраций кадмия в растворе и в биомассе ряски меньше исходной. Проверка холостой пробы на содержание Cd^{2+} (к сожалению только до 6 суток) показала, что и здесь произошло снижение его количества. Можно предположить, что ион данного металла частично поглощался стеклом опытных колб.

Таким образом, за 12-суточный период кадмий в концентрации 0.01 мг/л поглощается ряской, замедляет ростовые процессы, но не вызывает ее гибели.

Л и т е р а т у р а

1. Морозов Н.П., Тихомиров А.А., Никоненко Е.М. Опыт определения микроэлементного состава морских гидробионтов. - Тр. ВНИРО, 1974, т. 50, с. 28-31.
2. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. М., 1975. 38 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 592.16

Е.В. Моисеев, Б.Ф. Жуков

БЕСЦВЕТНЫЕ ЖГУТИКОНОСЦЫ В ОСЕННЕМ ПЛАНКТОНЕ РЫБИНСКОГО И ШЕКСНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ И ОЗЕР СЕВЕРО-ДВИНСКОЙ СИСТЕМЫ

Фауна зоофлагеллат Шекснинского водохранилища и озер Северо-Двинской системы исследована впервые. Материал собирался по описанной ранее методике [2] в позднеосеннем рейсе 7-25 октября 1976 г. Обследовано 30 станций. В это время температура воды снизилась до 0.3-6.4°, а на некоторых станциях (озера Северо-Двинской системы, оз. Белое) работа проводилась после ледостава. Как оказалось, несмотря на позднюю осень и низкие температуры воды, обычный спад численности организмов обнаруживался не на всех станциях (см. таблицу). Так, на станциях 10-16 и на ст. 19а численность и биомасса жгутиконосцев оказались необычно высокими - соответственно 2970 тыс. экз./л и 0.116-0.162 мг/л. Эти показатели близки к значениям летнего максимума, отмеченного для Рыбинского и Ивановского водохранилищ [1, 3]. Но в отличие от летнего максимума, при котором наблюдалось и наибольшее видовое раз-

Численность и биомасса зоофлагеллат на участке
Борок-Вытегра (Беломоро-Балтийский канал)
и Северо-Двинской водной системы

Номер стан- ции	Название	Числен- ность, тыс. экз./л	Био- масса, мг/л	Тем- пера- тура, °C	Проз- рач- ность, см
1	Коприно	90	0.006	6.4	140
2	Наволоч	Ед.	-	6.0	110
3	Средний Двор	Ед.	-	7.0	120
4	Мякса	450	0.020	5.4	115
5	Нижний бьеф Шек- синской ГЭС	-	-	4.3	50
6	Верхний бьеф Шек- синской ГЭС	-	-	6.2	125
7	Черная гряда	810	0.054	6.6	150
8	Устье р. Сизьма	360	0.012	3.4	145
9	Устье Порозовицы	-	-	0.8	40
10	р. Порозовица	360	0.044	0.8	15
11	оз. Благовещенское	720	0.046	1.5	80
12	оз. Кишемское	1260	0.081	0.8	45
13	оз. Возеренское	1170	0.078	2.3	40
14	оз. Зауломское	2970	0.116	3.5	150
15	оз. Покровское	2430	0.162	1.8	120
16	оз. Сиверское (у Кириллова)	840	0.056	6.4	25
17	оз. Сиверское (у Шемякова)	180	0.013	5.8	25
18	Горица	450	0.030	3.6	90
19а	оз. Белое	1470	0.082	1.2	110
19	То же	90	0.003	1.1	75
20	" "	180	0.012	1.0	85
21	" "	Ед.	-	1.2	60
22	" "	-	-	0.7	90
23	" "	90	0.010	0.1	60
24	" "	-	-	1.2	35
25	" "	270	0.022	0.3	55
26	" "	-	-	1.2	35
27	Ковжа белозерская	-	-	-	-
28	Аненский мост	-	-	0.4	5
29	Новинкинское водо- хранилище	-	-	1.9	5
30	Вытегорское водо- хранилище	-	-	2.5	15

нообразии, в планктоне озер Северо-Двинской системы присутствовали практически только 2 вида - *Bicoeca lacustris* и *Stelexomonas dichotomata*. Например, на оз. Зауломском из 2970 тыс. экз./л 90% приходится на *B. lacustris*, а на оз. Покровском близкую численность (2430 тыс. экз./л) дает всего один вид - *S. dichotomata*. Оба эти вида довольно обычны весной и осенью, но такое массовое развитие их поздней осенью нами наблюдалось впервые. И если воротничковый жгутиконосец *S. dichotomata*, по нашим наблюдениям, типичный стенофил и предпочитает низкие температуры, то *B. lacustris* обычен и в летний период. *Стелексомонас* - типично планктонная форма, а *бикозка* чаще всего эпибионт планктонных диатомей.

В других обследованных водоемах численность зоофлагеллат была незначительной. Это касается как Рыбинского водохранилища, так и станций с большим содержанием минеральных взвесей (ст. 27-30), где жгутиконосцы полностью отсутствовали. Материалы осеннего рейса показывают, что в некоторых водоемах поздней осенью, подо льдом, численность зоофлагеллат может сильно возрастать за счет холодолюбивых воротничковых жгутиконосцев.

В целом видовой состав зоофлагеллат обследованных водоемов был очень беден. Обнаружено всего 12 видов, среди которых доминирующее положение занимали представители отрядов *Choanoflagellida* и *Bicosoecida*.

Список видов

Отр. *Choanoflagellida* Kent

Stelexomonas dichotomata Lackey
Aulomonas purdyi Lackey
Monosiga ovata Kent
Codonosiga botrytis (Ehrnb.) Stein
Salpingoeca amphoridium Clark
Salpingoeca sp.

Отр. *Bicosoecida* Grassé et Deflandre

Bicoeca lacustris Clarke
B. planctonica Kiss.
B. tubiformis Skuja

Отр. *Rhizomastigida* Doflein

Cercobodo sp.

Monas sp.

Oicomonas sp.

Л и т е р а т у р а

1. Жуков Б.Ф. Бесцветные жгутиконосцы в планктоне Рыбинского водохранилища. - Гидробиол. ж., 1973, т. 9, № 6, с. 22-29.
2. Жуков Б.Ф. Бесцветные жгутиконосцы. - В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975, с. 133-135.
3. Жуков Б.Ф. Зоофлагеллаты в планктоне волжских водохранилищ. - В кн.: Биология, морфология и систематика водных организмов. Л., 1976, с. 91-102.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.384.16-116(28)

Н.А. Шполянская

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ БИОЛОГИИ РАЗМНОЖЕНИЯ ДЛИННОПАЛОГО КУБАНСКОГО РАКА ASTACUS (PONTASTACUS) LEPTODACTYLUS CUBANICUS BIRSCHT. ET WINOGR. (1934) В ВОДОЕМАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛ.

Кубанский длиннопалый рак в водоемах Ростовской обл. (реки Сал и Дон, водохранилища Усть-Манычское и Цимлянское) образует промысловые концентрации. Знание биологии, в частности размножения, необходимо для правильного регулирования промысла и разработки основ биотехники его искусственного разведения.

Наши исследования 1971-1977 гг. показали, что кубанский рак созревает на третьем году жизни. Минимальные размеры половозрелых самок в водоемах области составляют 7 см и совпадают с размерами длиннопалого рака из других водоемов [1, 5].

У особей длиной более 10 см (зоологической) или 9 см (промысловой) наступает массовая зрелость (более 70%). Утвержденная промысловая мера - 9 см в 1965 г. [2] - вполне подтверждается настоящими данными (табл. 1) и нашими исследованиями прошлых лет [6].

Т а б л и ц а 1

Анализ самок длиннопалого кубанского рака апрельских уловов 1976 г.
Усть-Маньчского водохранилища и р. Дон, шт./1%

Длина тела, см	Количество проб, шт.	Незрелые			Зрелые		
		без спермы	со спермой	всего	без спермы	со спермой	всего
6.1-7.0	10	10/100	-	10/100	-	-	-
7.1-8.0	37	36/97	-	36/97	-	1/3	1/3
8.1-9.0	36	32/89	1/3	33/92	1/3	2/5	3/8
9.1-10.0	60	27/45	7/12	34/57	1/2	25/42	26/44
10.1-11.0	59	8/14	5/8	13/22	6/10	40/68	46/78
11.1-12.0	33	4/12	-	4/12	2/6	27/82	29/88
12.1-13.0	21	-	-	-	-	21/100	21/100
13.1-14.0	26	-	-	-	-	26/100	26/100
14.1-15.0	17	-	-	-	-	17/100	17/100
15.1-16.0	6	-	-	-	-	6/100	6/100
16.1-17.0	3	-	-	-	-	3/100	3/100

Т а б л и ц а 2

Диаметр и масса икринок речного рака из р. Дон и Усть-Манычского водохранилища, 1976 г.

Длина тела, см	Апрель				Май			
	р. Дон		Усть-Манычское водохранилище		р. Дон		Усть-Манычское водохранилище	
	диаметр, мм	масса, мг	диаметр, мм	масса, мг	диаметр, мм	масса, мг	диаметр, мм	масса, мг
	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$
9.1-10.0	2.36 ± 0.031	8.58 ± 0.24	2.27 ± 0.051	7.39 ± 0.39	2.64 ± 0.043	11.27 ± 0.49	2.55 ± 0.063	10.00 ± 0.69
10.1-11.0	2.46 ± 0.023	9.16 ± 0.25	2.31 ± 0.051	7.61 ± 0.33	2.69 ± 0.043	11.90 ± 0.73	2.64 ± 0.125	11.05 ± 0.57
11.1-12.0	2.47 ± 0.033	9.29 ± 0.39	2.38 ± 0.079	8.48 ± 0.72	2.71 ± 0.053	11.99 ± 0.15	2.64 ± 0.043	11.40 ± 0.46
12.1-13.0	2.47 ± 0.034	9.04 ± 0.51	2.52 ± 0.010	9.68 ± 0.32	2.72 ± 0.084	12.12 ± 0.77	2.69 ± 0.020	11.90 ± 0.26
13.1-14.0	2.56 ± 0.067	10.16 ± 0.69	2.53 ± 0.032	9.68 ± 0.39	2.94 ± 0.043	15.98 ± 0.51	2.92 ± 0.044	14.80 ± 0.84
14.1-15.0	2.57 ± 0.063	10.55 ± 0.98	2.52 ± 0.034	10.10 ± 0.30	2.95 ± 0.021	15.44 ± 0.62	-	-
Средние	2.47 ± 0.029	9.37 ± 0.40	2.40 ± 0.062	8.69 ± 0.56	2.78 ± 0.068	13.27 ± 1.01	2.69 ± 0.071	12.00 ± 0.92

Т а б л и ц а 3

Плодовитость речных раков в водоемах Ростовской обл.,
1971-1973 гг.

Водоем	Плодовитость, шт.	
	абсолютная	рабочая
	$M \pm m$	$M \pm m$
р. Сал	382 \pm 11	186 \pm 8
р. Дон	659 \pm 11	365 \pm 12
Усть-Манычское и Веселовское водохр.	804 \pm 18	467 \pm 15
Цимлянское водохр.	482 \pm 14	-

Период спаривания у кубанского рака кратковременен и длится не более месяца по сравнению с длиннопалыми раками Волго-Ахтубинской поймы [3, 4] и длиннопалым каспийским раком [5]. В 1971-1973 гг. спаривание происходило в феврале, в 1976 г. - с середины марта до середины апреля, в 1977 г. - со второй половины февраля до середины марта. Визуальный осмотр самок размерами от 6 до 17 см позволил выявить процент оплодотворенных особей по размерным группам (табл. 1).

Откладка икры происходит через 10-30 дней после спаривания при температуре воды 6-13°. В 1971-1973 гг. к концу марта все самки были икреными [6], в 1976 г. икрометание происходило в апреле, в 1977 г. - с конца марта до первых чисел апреля. Самая незначительная потеря икры при откладке ее на плеоподы была отмечена у самок размерами от 12 до 14 см (14-29%). Большие потери икры при икрометании характерны для самок размерами более 16 см (67%), что является следствием их физиологического старения [1, 3].

Морфометрические исследования икры самок в период нереста и перед ее выклевом показали, что с увеличением размеров рака происходит увеличение абсолютных значений массы и диаметра икры (табл. 2). При этом выделилась группа самок размерами от 12 до 14 см, в которой средние значения диаметра и массы икринок были больше, чем в остальных размерных группах и выше средних значений для всего размерного ряда в целом.

Плодовитость кубанского рака в разных водоемах области различна (табл. 3). Между линейным размером самок и плодовитостью существует корреляционная связь. Эмпирические зависимости предельных величин абсолютной и рабочей плодовитости

сти самок от длины тела имеют характер, близкий к линейному, и они могут быть аппроксимированы уравнением:

$$Y = KX + C,$$

где Y – плодовитость (абсолютная или рабочая, шт.), X – длина тела самки, см, K и C – коэффициенты [6].

Выклев икры в водоемах Ростовской обл. происходит при температуре воды 20–23° – в середине или конце мая, в июне. Выживаемость личинок составляет в среднем 40% величины, характеризующей рабочую плодовитость самок [6].

Переход отродившейся молоди к самостоятельному питанию зависит от сроков выклева икры и происходит соответственно в конце мая–начале июня (1972–1973 гг.) или в середине июня (1976–1977 гг.)–начале июля (1971 г.).

В настоящее время, когда остро стоит задача вовлечения новых природных ресурсов в развитие производительных сил страны, оценка потенциальной продуктивности кубанского рака полезна при выборе производителей в целях искусственного воспроизводства речных раков на Дону.

Подсчет, произведенный на примере одной пары родителей с учетом одинаковой плодовитости, соотношением полов, близким к равному, половозрелости в возрасте 3 лет и ежегодным плодоношением без учета смертности, показал, что максимальной потенциальной продуктивностью обладают раки Усть-Манычско-го водохранилища (286 601 кг); минимальной – раки р. Сал (21 880 кг), среднее значение было получено для раков р. Дон (186 865 кг) [7].

Л и т е р а т у р а

1. Бродский С.Я. Речные раки (*Astacidae*) Украинской ССР, их биология и промысел. Киев, 1954. 161 с.
2. Ишков А.А. Правила рыболовства в бассейне Азовского моря. Ростов-на-Дону, 1965. 27 с.
3. Нефедов В.Н. Размножение длиннопалого рака *Astacus leptodactylus* Esch. в водоемах Волго-Ахтубинской поймы. – Тр. Волгогр. отд-я ГосНИОРХ, 1974, т. 8, с. 68–77.
4. Румянцев В.Д. Речные раки Волго-Каспия. М., 1974. 84 с.
5. Черкашина Н.Я. Биология *Astacus leptodactylus cichwaldi* Bott и *Astacus pachypus* (Crustacea Decapoda) в туркменских водах Каспия. – Тр. ВНИРО, 1974, т. 99, с. 72–82.
6. Шполянская Н.А. Плодовитость кубанского длиннопалого рака в водоемах Ростовской области. – Гидробиол. ж., 1975, т. 6, вып. 3, с. 65–69.

7. Шполянская Н.А. Потенциальная плодовитость и продуктивность длиннопалого рака в Усть-Манычском водохранилище, реках Сал и Дон. – Матер. Всесоюз. науч. конф. по использованию промысловых беспозвоночных на пищевые, кормовые и технические цели, Одесса, 1977, с. 108–109.

АзНИИРХ

УДК 577.152.27

А.В. Гончарова, А.И. Гончаров

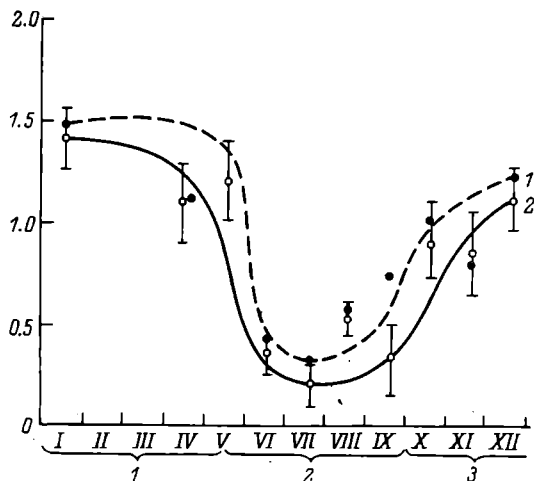
КОНСТАТАЦИЯ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ
АКТИВНОСТИ ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ
В ЧЕШУЕ ПЛОТВЫ *RUTILUS RUTILUS* L.

Чешуя рыбы – сложная ткань, в которой протекают обменные процессы, синхронизированные с сезонными ритмами жизнедеятельности рыб. Ее верхний слой, сформированный фосфорно-кальциевыми образованиями (склеритами) давно используется в ихтиологии для определения возраста и изучения роста рыб. Однако при этом анализируется лишь часть информации о характере склеритной структуры, отражающей вариации роста.

Поскольку сформировавшаяся орография чешуи считается адекватной изменениям роста, то, следовательно, и сам процесс образования новых склеритов должен отражать интенсивность роста в данный момент времени. Если учесть, что ход этих процессов регулируется ферментными комплексами, в частности щелочной фосфатазой [4, 8], то, очевидно, их активность тоже должна иметь коррелятивную связь с показателями роста. Тем самым существенно повышается роль чешуи как информативной структуры: в анализ вовлекаются не только внешние орографические, но и внутренние биохимические свойства ткани. Использование же уровня активности щелочной фосфатазы (АЩФ) в качестве биохимического показателя роста предлагалось неоднократно [4, 6, 8].

Предварительными исследованиями, проведенными на плотве Рыбинского водохранилища, была получена кривая сезонной динамики АЩФ чешуи, ход которой имел противоположную направленность по сравнению с морскими видами рыб южных широт [4, 6, 8]. При этом активность фермента определялась по модифицированной методике Бессея [2].

Поскольку наши данные противоречат литературным, мы сочли необходимым повторить исследования этого процесса с применением кинетического метода определения АЩФ.



Сезонная динамика уровня АЩФ в чешуе самцов и самок плотвы в 1976 г.

1 — самцы, 2 — самки. По оси ординат — начальная скорость реакции, моль/мин; по оси абсцисс: римские цифры — месяцы, арабские — периоды.

Материалом служила чешуя пятилеток плотвы из Волжского плеса Рыбинского водохранилища. Всего обследовано 570 рыб (см. рисунок). Оказалось, что сезонный ход кривых ферментативной активности у самцов и самок сходен. Общий уровень АЩФ у самцов несколько выше во все сезоны года, но эти различия статистически недостоверны.

Сезонную кривую АЩФ можно условно разделить на 3 периода. Первый период соответствует зиме и началу весны и характеризуется максимальным уровнем АЩФ. В это время интенсивность обмена в организме минимальна. За счет внутренних резервов питательных веществ поддерживается обмен и в гонадах осуществляются генеративные процессы. Резкое снижение активности фермента (с 1.7 до 0.7) происходит после нереста и на таком уровне удерживается в течение всего нагульного периода. В это время рыбы переходят на активное питание, идет восстановление израсходованных за зимний период энергетических запасов и осуществляется дальнейший рост. Затем происходит осеннее повышение активности энзима (особенно в октябре) до уровня, близкого к зимнему. В этот период происходит смена направленности обмена веществ в организме, прекращается активное питание и рыбы значительно снижают общую активность. Все три периода по АЩФ характеризуются статистически достоверными различиями (уровень вероятности 0.99).

Сезонные изменения кинетических характеристик
щелочной фосфатазы чешуи плотвы в 1976 г.

Кинетическая характеристика	4 У1	21 У1	30 У1	28 УII	16 X1	8 XII	9 XII
(каж.) K_M М/л 10^{-3}	1.6	-	2.2	4.9	1.0	-	0.43
(каж.) $K_{акт.}$ ккал./моль	-	3.2	-	-	-	10.0	-

Таким образом, результаты определений сезонной динамики АЩФ чешуи плотвы полностью подтверждают данные предварительных исследований: между сезонными изменениями АЩФ и показателями роста имеется обратная корреляция.

Исходя из представлений Хочачки и Сомеро [3], ферментативная активность регулируется 3 основными способами: изменениями концентрации ферментов и их качественного состава, а также модуляцией активности энзимов.

Нами установлены сезонные изменения качественного состава ферментов с помощью определений 2 кинетических характеристик: константы Михаэлиса, рассчитанной в координатах уравнения Иди [1] в пределах концентраций 4.0-32.0 ммоль/мл, и энергии активации в координатах уравнения Аррениуса в диапазоне температур 10-40° (см. таблицу).

Расчеты производились на ЭВМ „Минск-22” по методу наименьших квадратов. Оказалось, что снижение активности фермента в летний период сопровождается увеличением константы Михаэлиса. Этот факт свидетельствует, что летние формы энзима обладают меньшим сродством к субстрату, чем зимние. Сезонные изменения энергии активации указывают на возможность конформационных изменений фермента. Кинетические характеристики для фосфатазы чешуи приводятся впервые. По всей вероятности, при сравнении уровней АЩФ пресноводных и морских видов рыб мы имеем дело с неодинаковыми формами ферментов, подобно 2 изоферментам ЩФ в крови теплокровных животных, один из которых имеет положительную корреляцию с весовыми приростами, а другой отрицательную [5].

Сам по себе факт о более высоком уровне АЩФ зимой по сравнению с летом для других рыб не нов [7, 10]. Подобные изменения активности фермента встречаются и у других животных, которым свойственно зимнее снижение обменных процессов в организме [9].

1. Б е р е з и н И.В., К л е с о в А.А. Практический курс химической и ферментативной кинетики. М., 1976. 320 с.
2. Г о н ч а р о в а А.В. К методике определения активности щелочной фосфатазы чешуи рыб. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1978. № 40, с. 71-74.
3. Х о ч а ч к а П., С о м е р о Дж. Стратегия биохимической адаптации. М., 1977. 398 с.
4. Ш у л ь м а н Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М., 1972. 368 с.
5. A n d e r s o n A.D., P e t e r s e n D.R. Serum alkaline phosphatase isoenzymes in beef cattll. - Proc. Annual. Meet. West. Sec. Amer. Soc. Anim. Sci., 1975, p. 196-198.
6. M o t a i s R. Sur la croissance, saisonniere d'un Téléostéen abyssal me suree par l'activité phosphatase des ecailles. - Compt. Rend. Acad. Sci., 1959, No 2, p. 311-312.
7. Q a y y m A., N a s e e m S., A l k a l i n e M. Phosphatase Activity in the Blood Serum of three species of Carps. - Labdev. J. Sci. Technol., 1968, vol. 6, No 4, p. 258-260.
8. R o c h e J., C o l l e t I., M o u r g u e M. Activite phosphatasique et croissance des os dermiques (ecailles) chez les poissons (selacions et Teleosteens). - Enzymologia, 1940, vol. 8, p. 257-260.
9. S h a k i l a A z i z, H a s n a i n S.N., Z a i n u l A b e d i n M. Acid and Alkaline Phosphatase Levels in Variations Tissues of a Lizard during Activity and Hibernation. - Z. Naturforsch., 1972, Bd 27, No 8, S. 973-976.
10. S i d d i g i M.M., S i d d i g i M. Seasonal variations in Calcium inorganik Phosphate Alkaline Phosphatase Contens of Ophicephalus punctatus Bloch. - Indian. J. Exptl. Biol., 1965, vol. 3, No 4, p. 275-277.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ПИТАНИЕ ЛЕША НА РАЗНЫХ БИОТОПАХ
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. II.

В Рыбинском водохранилище лещ использует для нагула не только прибрежные участки и русла затопленных рек [6], но и обширные пространства прирусловых пойм с глубинами до 10 м и различным характером донных отложений [1]. Изучение питания леща на прирусловых поймах — одна из задач оценки обеспеченности его пищей на различных биотопах Рыбинского водохранилища. Литературные сведения по данному вопросу отсутствуют.

В 1977 г. материал собирался в Волжском плесе водохранилища в районе правобережной и левобережной прирусловых пойм у о-ва Шуморовского. По данным съемки, проведенной В.И. Законновым в 1977 г., грунты правобережной поймы были представлены серым илом, левобережной — мелким песком, песчанистым серым и серым илами. В сообщении освещается питание леща на биотопе серого ила правобережной поймы.

Сбор материала производился из траловых уловов. Продолжительность отдельных тралений от 5 до 15 мин, при этом сокращаются потери содержимого кишечников безжелудочных рыб (в том числе и леща), неизбежные при длительном тралении и большом скоплении особей в кутке. Траления проводились с 6 по 23 ч с интервалами в 4–5 ч, что необходимо для учета ритма питания леща и вычисления среднесуточного индекса наполнения кишечников. Проанализировано 130 кишечников леща длиной от 180 до 429 мм. Обработка материала проводилась по методике, применяемой ранее [2].

На прирусловых поймах Волжского плеса водохранилища нагуливаются лещи в возрасте от 3–4 до 16 лет, находящиеся на этапах развития J_2 (3+–5+, 180–260 мм) и К (6+–16+, 261–420 мм).

Молодые лещи на этапе J_2 предпочитают откармливаться на пойме, о чем свидетельствуют их относительно устойчивые уловы в этих районах по сравнению с русловыми участками. Напротив, концентрации лещей на этапе К на пойме менее значительны, чем на русле, уловы непостоянны — это один из показателей временного пребывания рыб старшего возраста на прирусловых поймах (табл. 1).

Состав пищи всех возрастных групп леща, находящегося на этапах развития J_2 и К, был сходен: личинки хирономид (*Chironomus plumosus*, *Procladius*), олигохеты (*Isochaetides newaensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Elylyodrilus hammoniensis*), моллюски (*Spharium*, *Pisidium*).

Т а б л и ц а 1

Уловы леща на прирусловых поймах Волжского плеса
в 1977 г., экз. за 30 мин траления

Длина рыб, мм	Правобережная пойма					Левобережная пойма				
	У	У1	УII	УIII	1X	У	У1	УII	УIII	1X
180-260	54	0	10	10	15	30	11	12	6	13
261-420	48	7	2	5	5	15	12	3	11	5
Улов в це- лом	102	7	12	15	20	45	23	15	17	18

Не наблюдалось разницы в составе пищи рыб в отдельные месяцы откорма. К животным компонентам содержимого кишечника в значительном количестве примешивался грунт, а также слизь (табл. 2, 3). Грунт в кишечниках рыб представлял однородную массу, состоящую из мелких частиц, происхождение которых при визуальном рассмотрении установить не удалось. Можно полагать, что грунт в кишечниках леща соответствует серому илу на местах нагула рыбы.

Периодичность использования прирусловых пойм неполовозрелым и особенно половозрелым лещом отразилась на количественных показателях, характеризующих питание: не установлено закономерности ни в потреблении кормовых организмов, связанной с динамикой их численности [4, 5], ни в изменении накормленности рыб в течение сезона. Так, потребление *Ch. plumosus* лещами на этапе развития К было высоким в мае и июне (частные индексы соответственно составляли 48,7 и 140,4‰), когда, напротив, можно было ожидать снижение индексов в связи с падением биомассы личинок хирономид, связанным с их вылетом. Наблюдалась определенная закономерность в использовании кормовых объектов рыбами младших и старших возрастных групп, находящимися на этапах развития J_2 и К. В мае главную пищу рыб составляли личинки *Ch. plumosus*, роль дополнительной пищи играли олигохеты. Такое же соотношение хирономид и олигохет в пище у рыб на этапе К отмечено в июне, у молодых – в июле (табл. 2, 3).. В августе роль главной пищи леща на этапах J_2 и К переходит к личинкам *Procladius*, значение *Ch. plumosus* снижается. Дополнительную пищу рыб по-прежнему составляют олигохеты. В сентябре хирономиды и олигохеты используются рыбами младшего и старшего возрастов примерно в равном количестве. Таким образом, пища леща на этапах развития J_2 и К в течение всего периода нагула отличалась высоким качеством.

Т а б л и ц а 2

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

Содержимое кишечников	V		VII		VIII		IX	
	индекс, ‰	частота встречае- мости, %	индекс, ‰	частота встречае- мости, %	индекс, ‰	частота встречае- мости, %	индекс, ‰	частота встречае- мости, %
Chironomus plu- mosus	14.4	47.0	27.9	80.0	5.7	72.0	5.0	46.0
Procladius	4.0	50.0	0.0	40.0	15.5	100.0	1.1	53.0
Cryptochironomus	1.0	23.0	0.7	60.0	1.1	72.0	0.1	26.0
Tanytarsus	0.2	58.0	0.0	80.0	0.2	100.0	0.0	6.0
Моллюски	7.5	14.0	0.0	20.0	7.0	81.0	4.5	33.0
Олигохеты	10.9	52.0	20.7	80.0	22.4	100.0	12.2	53.0
Зоопланктон	0.4	29.0	2.8	80.0	0.3	90.0	0.0	46.0
Общий индекс (по животным компо- нентам)	38.4	-	52.1	-	52.2	-	22.9	-
Грунт	19.7	55.0	17.3	80.0	28.0	100.0	13.1	60.0
Слизь	19.0	52.0	18.1	80.0	16.4	90.0	13.7	60.0
Количество кишеч- ников	34		5		19		7	
Пустые кишечники, %	14.7		20		0		46.6	

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

Содержимое кишечников	V		VI		VIII		IX	
	индекс, ‰	частота встречае- мости, %	индекс, ‰	частота встречае- мости, %	индекс, ‰	частота встречае- мости, %	индекс, ‰	частота встречае- мости, %
Chironomus plu- mosus	48.7	70.0	40.4	69.0	3.7	60.0	5.9	42.0
Procladius	1.0	58.0	0.7	76.0	10.2	100.0	1.2	42.0
Cryptochironomus	0.3	56.0	1.2	30.0	0.5	80.0	0.1	28.0
Tanytarsus	0.0	56.0	0.0	30.0	0.1	100.0	0	0
Моллюски	0	0	0	0	9.8	80.0	2.3	14.0
Олигохеты	34.4	80.0	7.4	84.0	14.7	100.0	0.0	28.0
Зоопланктон	0.0	9.0	0.7	38.0	0.0	100.0	0.0	28.0
Общий индекс (по животным ком- понентам)	84.0	-	50.4	-	39.0	-	17.8	-
Грунт	22.7	80.0	28.6	84.0	19.9	100.0	7.9	71.0
Слизь	23.5	80.0	29.8	84.0	18.8	100.0	7.1	71.0
Количество кишеч- ников	41		13		5		7	
Пустые кишечники, %	9.7		15.3		0		42.8	

вом — основу ее составляли личинки хирономид и олигохеты. Грунт присутствовал в содержимом кишечника в виде примеси.

Интенсивность питания леща, выраженная величиной общих индексов наполнения кишечника по животным компонентам, была высокой в течение всего периода активного питания — с мая по август. В сентябре в связи с падением температуры воды (до 10°) произошло снижение интенсивности питания, значительно возросло количество пустых кишечника (табл. 2, 3).

Питание леща рассматриваемого района сходно с таковым рыб русловых участков Волжского плеса [3]. В обоих районах основу содержимого кишечника составляла животная пища, грунт присутствовал в виде примеси. В 1954 г. в кишечниках леща русла (4–14 годовиков) преобладал грунт (детрит), животные компоненты (личинки хирономид) появились в значительном количестве только осенью [2]. В пище рыб поймы по сравнению с руслом отмечено большее количество личинок *Procladius* и моллюсков. В отдельные месяцы нагула лещ питался более интенсивно. Следовательно, в 1977 г. на правобережной пойме условия откорма леща были весьма благоприятными и не уступали условиям нагула рыб на наиболее продуктивном биотопе серого ила [3] русловых участков Волжского плеса.

Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н Н.В., З и м и н о в а Н.А., К у р д и н В.П. Донные отложения верхневолжских водохранилищ. Л., 1975. 156 с.
2. Ж и т е н е в а Т.С. О питании леща в Рыбинском водохранилище. — Тр. Биол. ст. „Борок“, 1958, вып. 3, с. 259–272.
3. Ж и т е н е в а Т.С. Питание леща на разных биотопах Рыбинского водохранилища. I. — Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1980, № 46, с. 0–0.
4. М и т р о п о л ь с к и й В.И. Донная фауна Рыбинского водохранилища (по материалам 1970 г.). — Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1973, вып. 17, с. 29–33.
5. П о д д у б н а я Т.Л., М и т р о п о л ь с к и й В.И., Ш и л о в а А.И., З е л е н ц о в Н.И. Донная фауна Рыбинского водохранилища. — В кн.: Биология и физиология пресноводных организмов. Л., 1971, с. 42–55.
6. П о д д у б н ы й А.Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л., 1971. 311 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

М.Н. Иванова, А.Н. Лопатко

О СКОРОСТИ ПЕРЕВАРИВАНИЯ ПИЩИ
МОЛОДЬЮ ШУК

Сеголетки шук переходят на рыбное питание раньше молоди многих других хищников. В июне-июле в возрасте около 40 суток молодые щуки, как правило, перестают питаться планктонными ракообразными и начинают схватывать личинок и мальков рыб. Лишь в тех районах побережья, где молодь малочисленна, хищники поедают личинок хирономид, стрекоз и других насекомых.

Для выяснения величины суточных и месячных рационов сеголетков шук необходимо иметь данные по скорости переваривания ими рыбной пищи. В связи с этим летом 1978 г. нами были проведены опыты по выяснению продолжительности переваривания хищниками личинок и мальков карповых и окуневых рыб. Эксперименты проводили в июле-сентябре при температуре воды 17-20°. Хищников, пойманных в водохранилище, в период опытов содержали в больших аквариумах объемом около 200 л, где они получали в избытке молодь различных видов рыб. Для выяснения скорости переваривания одну или двух шук отсаживали в аквариумы объемом около 40 л воды. Обычно хищники в течение суток привыкали к новому помещению и начинали охотиться. Кормовую молодь, предварительно взвешенную и измеренную, выпускали в аквариум, щука охотилась за ней в течение 30 мин, после чего несъеденных мальков подсчитывали и убирали из аквариума. Через несколько часов щуку убивали и исследовали содержимое ее желудка. Оставшуюся в желудке к моменту вскрытия пищу взвешивали и вычисляли количество переварившейся пищи в процентах от исходного веса жертвы, затем определяли стадию переваренности корма по пятибалльной шкале [1, 2]. Всего было проведено 18 опытов со щуками разной длины (от 52 до 130 мм) и веса (от 1190 до 17 670 мг). В качестве кормовых объектов использовали мальков тех видов рыб, которыми хищники питались в естественных условиях - плотвы, леща, уклей, окуня, судака (см. таблицу).

Мелкие щуки в начале перехода на рыбное питание обычно заглатывали по одному мальку. В желудках хищников, пойманных в водоеме, очень редко встречаются 2 рыбы, но почти всегда вместе с мальками в пищевом комке присутствуют личинки насекомых. В аквариуме, где захват добычи для хищников облегчен, щуки, как правило, начинали повторно охотиться за мальками только перед концом переваривания первой порции пищи.

Скорость переваривания рыбной пищи молодью шук

Месяц на- блюдений, вес шук, г	I-III стадии переваренности (до 50% потери веса)				IV-V стадии переваренности (50-100% потери веса)			
	вид пищи	длина жертвы, мм	вес пищи, % от веса хищника	продолжи- тельность перевари- вания, ч	вид пищи	длина жертвы, мм	вес пищи, % от веса хищника	продолжи- тельность перевари- вания, ч
VII-VIII 1-3	Плотва	10-15	2-5	3	Плотва	10-15	2-5	7-8
	Лещ	10-15	2-5	3	Лещ	10-15	2-5	7-8
	-	-	-	-	Плотва	20-25	7-12	10-14
	-	-	-	-	Лещ	20-25	7-12	10-14
VIII-IX 5-17	Плотва	25-30	2-5	7	Плотва	25-30	2-5	12-15
	Лещ	25-30	2-5	7	Лещ	25-30	2-5	12-15
	-	-	-	-	Окунь	40-50	7-11	18-20
	-	-	-	-	-	-	-	-

П р и м е ч а н и е. Влияние различного температурного режима на скорость переваривания пищи нами не изучалось. Шук содержали в воде с такой же температурой, которая наблюдалась летом 1978 г. в естественных условиях.

В первой половине лета при количестве рыбной пищи, не превышающем 5% веса самого хищника (это количество наиболее часто встречалось в желудках шук, пойманных в водоеме), скорость переваривания была равна 7–8 ч. При увеличении количества заглоченной пищи до 7–12% от веса хищника переваривание замедлялось на 2–4 ч (см. таблицу). Так, сеголеток длиной 65 мм и весом 2480 мг, съевший 3 лещей размером 20 мм, общий вес которых составил 9.7% веса хищника, за 7 ч переварил 82% заглоченной пищи. А щука длиной 52 мм и весом 1410 мг, проглотившая крупного малька плотвы (22 мм), вес которого равнялся 12.2% ее собственного веса, за 10 ч переварила только около 60% веса жертвы.

Во второй половине лета (в августе–сентябре) подростки сеголетки шук в естественных условиях перестают питаться насекомыми и начинают захватывать более крупную пищу – молодь рыб, предпочитая сеголетков окуня. В этот период в желудках шук часто встречается не один, а несколько мальков, судя по стадиям переваренности, заглоченных не одновременно, а через разные промежутки времени. При содержании хищников в аквариуме мы наблюдали, что они начинали охотиться за молодью рыб уже через 6–7 ч после первого захвата добычи. Проведенные опыты показали, что у подростков шук скорость переваривания пищи замедлилась. Небольшие порции корма, не превышающие 5% веса хищника, переваривались уже в среднем за 12–15 ч. Аналогичные данные были получены Б.П. Мантейфелем с соавторами [1], проводившими эксперименты с крупными сеголетками шук в июле–августе 1960 г. Молодь окуня, тело которого покрыто не только более плотной чешуей, чем у карповых рыб, но и „вооружено“ колючими лучами, переваривается медленно, тем более, что крупные размеры и больший вес сеголетков этого вида также способствуют уменьшению скорости их переваривания.

Помимо одноразового кормления хищников, при котором выяснялась продолжительность переваривания разных количеств пищи, были проведены эксперименты с двухразовым кормлением шук. Они показали, что вторая порция пищи, схваченная щукой, у которой еще не переварилась до конца тушка малька, заглоченного несколько часов тому назад, значительно замедляет скорость разрушения этого малька. Так, щука длиной 150 мм и весом 26 050 мг была накормлена сначала сеголетком окуня длиной 53 мм, весом 2000 мг (7.6% от веса хищника); затем, через 9 ч, она схватила сеголетка судака длиной 47 мм, весом 1480 мг (5.6% веса щуки). Вскрытие щуки через 24 ч после первого кормления показало, что тушка окуня находилась в У стадии переваренности (разрушено 97% пищи), а судака – в 1У (разрушено 84% пищи). В то время как сходный по размерам и весу один малек окуня переваривался другими хищниками за 18–19 ч.

Полученные результаты показали, что при одной и той же температуре воды скорость переваривания щуками рыбной пищи зависит от величины пищевого комка и размеров самих хищников.

Мелкие щуки весом до 5 г переваривают небольшое количество корма (до 5% веса хищников) за 7-8 ч. При большем весе пищевого комка (7-12%) продолжительность пищеварения увеличивается до 8-14 ч. Крупные сеголетки (весом 5-17 г) переваривают то же количество корма соответственно за 12-15 ч (до 5%) и за 18-20 ч (7-11%), т.е. в 1.5-2 раза медленнее.

Таким образом, экспериментальное изучение питания молодежи щуки показало, что скорость переваривания пищи зависит не только от сроков наблюдений, но и от величины пищевого комка и размеров самого хищника. Поскольку молодежь хищников переваривает пищу в несколько раз быстрее, чем взрослые рыбы, при вычислении рационов молодежи в формулу, предложенную К.Р. Фортунатовой [3] для количественной оценки питания взрослых хищников, следует вводить соответствующие поправочные коэффициенты.

Так, при весе добычи, не превышающем 5% веса хищника, эта формула для июля будет выглядеть следующим образом:
$$CP = \frac{S \cdot 3}{N}, \text{ а для августа - } CP = \frac{S \cdot 2}{N}.$$
 При весе пищевого комка, превышающем 5% веса хищника, формула изменится: для июля $CP = \frac{S \cdot 2}{N}$, для августа - $CP = \frac{S}{N}$, где S - количество пищи, съеденное рыбами, N - общее число рыб в пробе.

Л и т е р а т у р а

1. Мантейфель Б.П., Гирса И.И., Лешева Т.С., Павлов Д.С. Суточные ритмы питания и двигательной активности некоторых пресноводных хищных рыб. - В кн.: Питание хищных рыб и их взаимоотношения с кормовыми организмами. М., 1965, с. 3-90.
2. Фортунатова К.Р. Питание *Scorpaena porcus* L. (к методике количественного изучения динамики питания хищных морских рыб). - ДАН СССР, 1940, т. 29, № 3, с. 244-248.
3. Фортунатова К.Р. Методика изучения питания хищных рыб. - Зоол. ж., 1951, т. 30, вып. 6, с. 562-571.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.Г. Сиделева

СВЯЗЬ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ
СЕЙСМОСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ
ГЛУБОКОВОДНЫХ БЫЧКОВ-ШИРОКОЛОБОК
ОЗ. БАЙКАЛ (COTTIDAE, ABYSSOCOTTINAE)
С ХАРАКТЕРОМ ГРУНТА

На приуроченность ряда форм байкальских Cottidae к различным грунтам указывал Д.Н. Талиев [4]. Для выяснения возможной связи между особенностями строения сейсмодатчиковой системы и характером грунта нами были использованы данные этого автора и собственные результаты анализа траловых уловов 1976-1977 гг. Особенно помогли в изучении данного вопроса непосредственные визуальные наблюдения сотрудников Института океанологии АН СССР и Лимнологического института СО АН СССР с подводных аппаратов „Pisces-7” и „Pisces-11”, проведенные летом 1977 г. В результате такого комплексного анализа была выявлена существенная связь между характером грунтов и приуроченностью к ним 18 форм байкальских Cottidae.

Подкаменщиков оз. Байкал по строению сейсмодатчиковой системы можно разделить на 2 группы: первые имеют различной степени развитости сенсорные каналы; у вторых сейсмодатчиковая система представлена только наружными невромастами, расположенными линейно, причем ход их линий повторяет топографию каналов. Исключение составляет надглазничная линия (L. SO), которая не соединяется с подглазничной и темпоральной линиями, а образует свободную ветвь, задние невромасты которой расположены параллельно и над невромастами передней части темпоральной линии (рис. 1). Обследованных подкаменщиков этой группы можно подразделить на предпочитающих скальные грунты и живущих на различных илах. К первой группе относятся *Asprocottus herzensteini* (Berg), его подвиды *As. h. parmiferus* (Taliev), *As. h. platicephalus* (Tal.), *As. h. intermedius* (Tal.), *As. h. abyssalis* (Tal.), *Abyssocottus godlewskii* (Dybowski), *Ab. elochini* (Tal.), *Procottus jeittelesi* (Dyb.). Они живут в основном в переходной и псевдоабиссальной зонах (100-500 м). Рельеф дна на данных глубинах образован преимущественно пересеченными склонами со средними уклонами дна от 5 до 30°. Грунты представлены коренными скальными комплексами и частично покрыты илисто-песчаными отложениями [2, 3].

Ко второй группе принадлежат *As. megalops* (Gratzia, nov), *As. gibbosus* (Berg), *Ab. pallidus* (Tal.), *Ab. bergianus* (Tal.), *Ab. korotneffi* (Berg), *Cottinella*

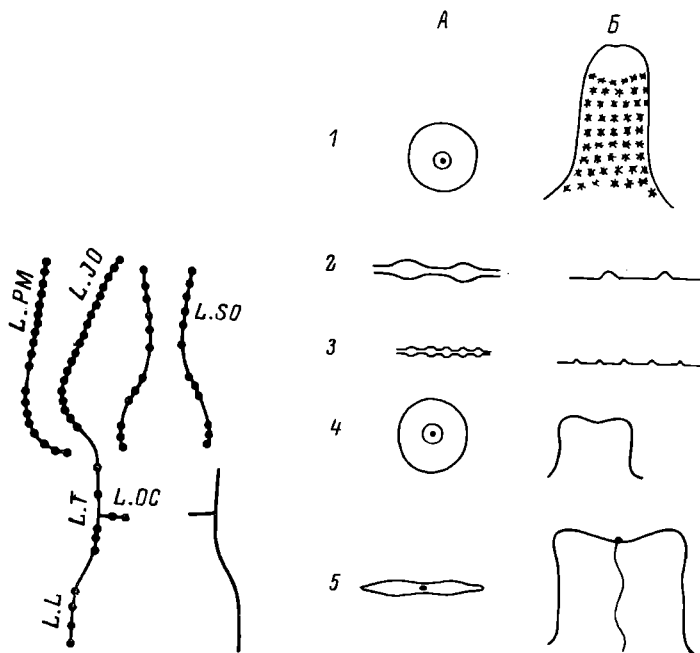


Рис. 1. Схема расположения линий невроматов на голове и передней части туловища у глубоководных широколобок.

Линии: L.SO - надглазничная (Lineae supraorbitalia), L.JO - подглазничная (L. infraorbitalia), L.T - темпоральная (L. temporalia), L.OC - затылочная (L. occipitalia), L.PM - предкрышечно-нижнечелюстная (L. praeoperculo-mandibularia), L.L - туловищная (L. Lateralia).

Рис. 2. Типы морфологического устройства невроматов у глубоководных широколобок.

А - вид сверху, Б - вид сбоку. 1 - *Asprocottus herzensteini* и его подвиды, 2 - *Abyssocottus pallidus*, *Ab. bergianus*, *Ab. korotneffi*, *Cottinella boulengeri*, 3 - *Procottus*, 4 - *As. megalops*, 5 - *C. werestschagini*.

boulengeri (Berg), *C. werestschagini* (Tal.), *P. jeittelesi major* (Tal.). Эти виды, за исключением *P. j. major*, приурочены к абиссали (500-1600 м) и обитают на илистых грунтах, а *P. j. major* населяет, как правило, профундальную зону (100-300 м) и предпочитает илисто-песчаные грунты, где он живет в сделанной им же норе.

Различия экологии изученных нами видов бычков сопровождаются, как оказалось, различиями строения наружных невромастов и их числа. У литофилов *Ab. elochini* и *As. herzensteini* невромасты расположены на сосцевидных выростах-папиллах, высота которых может достигать 1,5–2,0 мм над поверхностью кожи (рис. 2). У обитающих на илах *Ab. pallidus*, *Ab. bergianus*, *As. gibbosus* и *C. boulengeri* каждый невромаст лежит в небольшом углублении эпидермиса и только купула слегка выдается над его поверхностью. Невромасты каждой линии соединены очень узкой, светлой, непигментированной (лишенной меланофоров) полоской, которая выглядит как белая линия, связывающая последовательно один невромаст с другим. Такой же тип морфологического устройства невромаста имеет и закапывающийся в ил *Ab. korotneffi*.

У подкаменщиков рода *Procottus* невромасты имеют такое же строение, расположены ближе друг к другу и соединены таким же образом, как у *Ab. pallidus* и *Ab. bergianus*. Но так как количество их значительно больше, а размер в 2–3 раза меньше, то сейсмосенсорная система рыб рода *Procottus* внешне выглядит в виде сплошной линии с мелкими светлыми точками невромастов.

У *As. megalops*, живущего в основном на илистых грунтах, невромаст лежит в углублении, а купула заметно возвышается над поверхностью кожи. Невромаст и его купула снаружи покрыты колпачком плотной слизи, имеющим цилиндрическую форму с вогнутой верхней поверхностью. В углублении видна верхняя часть купулы. Если препаровальной иглой удалить этот слизистый слой, то устройство невромастов напоминает тип, характерный для других видов, обитающих на илах.

Большой интерес представляет строение чувствующих бугорков у *C. werestschagini*; хотя этот вид – обитатель илов, невромасты у него расположены на соединительнотканых утолщенных выростах, в поперечном разрезе очень похожих на пропеллер. При рассмотрении сбоку видно, что верхняя поверхность выроста имеет углубление, в котором расположен невромаст. Эти выросты („лепестки“) тонкие, прозрачные, внутри каждого хорошо виден проходящий по середине нерв (рис. 2).

Общее число невромастов у литофилов и подкаменщиков, обитающих на илах, существенно различно. Так, у литофилов *As. herzensteini* и его подвидов общее число невромастов на голове и туловище колеблется в пределах от 176 до 182. У двух других представителей этого же рода – *As. gibbosus* и *As. megalops* –, обитающих на илистых грунтах, количество невромастов увеличивается соответственно от 258 до 320; у видов рода *Abyssocottus* общее число чувствующих бугорков сейсмосенсорной системы от 312 до 488. Исключение представляет литофил *Ab. godlewskii*, у которого число невромастов равно 230. Наибольшее количество невромастов (504) имеет живу-

ший в норках *P. jeittelesi major*. Хотя оба вида рода *Cottinella* обитают на илах, однако число и форма невромастов у них различны. Так, у *C. boulengeri* число невромастов 230 и более, а у *C. werestschagini* их не более 176.

Таким образом, у видов с невромастами, расположенными на различных выростах, число их относительно невелико по сравнению с видами, у которых они лежат непосредственно на поверхности кожи.

Наши данные по числу невромастов хорошо согласуются с выводами Н.Н. Дислера [1] и Стармаха [5]. Н.Н. Дислер отмечает для молоди осетровых и карповых рыб, что „на единицу длины тела зародышей фитофилов приходится почти вдвое больше невромастов, чем у горных литофилов“ (стр. 267). Стармах приходит к такому же выводу, изучив строение сейсмосенсорной системы у 2 видов подкаменщиков. Один из них — *Cottus gobio* L. — тяготеет к илистым грунтам и имеет 130 внутриканальных невромастов, другой — *Cottus poecilopus* Heckel — литофил с 110 невромастами.

Из вышеизложенного можно заключить, что литофилы имеют невромасты, расположенные на выростах-папиллах, и число их относительно невелико. У подкаменщиков, обитающих на илах, невромасты расположены в углублениях эпидермиса (исключение — *C. werestschagini*), число их в 2 раза больше, чем у литофилов.

Л и т е р а т у р а

1. Дислер Н.Н. Органы чувств системы боковой линии и их значение в поведении рыб. М., 1970. 310 с.
2. Колокольцева Э.М. Морфологические характеристики Байкала. — В кн.: Мезозойские и кайнозойские озера Сибири. М., 1968, с. 183-188.
3. Лут Б.Ф. Геоморфология дна Байкала. — В кн.: Геоморфология дна Байкала и его берегов. Новосибирск, 1964, с. 4-24.
4. Талиев Д.Н. Бычки-подкаменщики Байкала (*Cottoidei*). М.-Л., 1955. 602 с.
5. Starmach J. Lateral-line sense organs of *Cottus poecilopus* Heckel and *Cottus gobio* L. — Acta biol. Cracov., ser. Zool., 1968, vol. 11, p. 243-253.

Зоологический институт АН СССР

П.А. Гдовский

ВЛИЯНИЕ ПОЛИХЛОРПИНЕНА
НА АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ НАТРИЯ
В ТКАНЯХ ЛЯГУШКИ

Одна из причин отравления водных животных хлорорганическими соединениями - угнетение Na^+ , K^+ -АТФ-азы. Кроме гидролитической функции этот фермент обладает способностью переносить ионы натрия против электрохимического градиента, что играет решающую роль в поддержании внутриклеточного гомеостаза.

При возбуждении нерва ДДТ вызывает изменение в натриевых токах. В немиелинизированных нервах беспозвоночных это выражается в пролонгации потенциала действия [10], причем электрофизиологические показатели коррелируют с изменением активности Na^+ , K^+ -АТФ-азы [8]. В миелинизированных нервах бесхвостых амфибий ДДТ изменяет натриевые токи в перерывах Ранвье [5] и изменяет проницаемость мембраны для натрия и калия [4]. ДДТ также нарушает ионную регуляцию целого организма. При выдерживании золотой рыбки в растворе этого пестицида (0.035 мг/л) в течение 330 ч происходят снижение натрия и увеличение калия в крови [9]. В то же время при воздействии ДДТ на изолированную кожу лягушки трансэпителиальный потенциал, который обусловлен активным транспортом натрия, не изменяется [7].

Нами проводилось сравнение действия ПХП на активное выведение натрия из мышечного волокна и поглощение натрия кожей лягушки. Для исследования действия ПХП на активный транспорт натрия на клеточном уровне моделью служила портняжная мышца лягушки, которая была искусственно введена в состояние электрогенного активного транспорта предварительным насыщением миоплазмы натрием. Для этого мышца выдерживалась в бескальциевом растворе Рингера при температуре $0.5-1^\circ$ в течение 48-72 ч. Величину транспорта натрия определяли как разницу между содержанием натрия в нагруженной мышце и в мышце, выдержанной при комнатной температуре в растворе Рингера или в растворе ПХП при тех же условиях. Концентрацию натрия определяли методом фотометрии в пламени, предварительно сжигая ткань в азотной кислоте. В каждом опыте использовалось по 5 мышц (табл. 1).

Действие ПХП на активный транспорт натрия исследовалось также электрофизиологическим методом с применением микроэлектродной техники.

У нагруженных натрием мышц мембранный потенциал складывался из калиевого равновесного и создаваемого выводом

Т а б л и ц а 1

Влияние ПХП на активное выведение натрия из портняжной мышцы лягушки

Содержание натрия в мышце, мМ/кг			Скорость выведения натрия, мМ/кг в час		Процент подавления транспорта
активированной	контроль	ПХП	контроль	ПХП	
55.7±3	39±3	45.3±2.0 0.05>P>0.02	3.4	2.08	38

Т а б л и ц а 2

Влияние ПХП на содержание натрия и калия в плазме крови лягушки

Ионы, мМ	Контрольные животные	Животные в ПХП
Натрий	98.3±3.03	80.5±5.1 (0.05>P>0.02)
Калий	4±0.2	5.5±0.1 (P = 0.01)

натрия из клетки. Последний величиной около 20 мв был одинаково чувствителен как к строфантину, так и к ПХП. Строфантин в концентрации 5×10^{-4} М полностью его ингибировал, ПХП в концентрации 1 мг/л уменьшал величину на 7–10 мв. В отличие от строфантина, который снижал разность потенциалов через изолированную кожу лягушки, ПХП не изменял этой разности. При выдерживании лягушек в растворе ПХП 0,5 мг/л в течение 48 ч содержание натрия в плазме уменьшалось, а калия увеличивалось. В каждом опыте использовалось по 4 животных (табл. 2). Разность потенциалов через кожу контрольных лягушек составляла 71 ± 3 мв, а у отравленных – 56 ± 4 мв. Уменьшение содержания натрия и увеличение калия, уменьшение трансэпителиального потенциала у лягушек, выдержанных в ПХП, очевидно, связаны с нарушением синтеза ответственных за осморегуляцию гормонов. Такой же эффект в сдвиге электролитного состава плазмы у лягушек вызывает удаление надпочечников [6], которые ответственны за продукцию минералокортикостероидных гормонов, ДДТ в дозе 50 мг/кг в течение 5 дней резко тормозит продукцию альдостерона надпочечниками у собак [1]. Альдостерон управляет трансэпителиальным транспортом натрия через генетиче-

ский аппарат клетки, который изменяет синтез белков, ответственных за транспорт ионов [2]. В связи с этим, по-видимому, действие ПХП на трансэпителиальный транспорт проявляется только на целом организме.

ПХП угнетает непосредственно транспорт натрия в мышечных волокнах и не затрагивает его через изолированную кожу лягушки. Строфантин специфический ингибитор Na^+ , K^+ -АТФазы угнетает как трансмембранный, так и трансэпителиальный транспорты.

Нарушение электролитного состава плазмы крови лягушек при отравлении ПХП связано с опосредованным действием токсиканта на систему, ответственную за транспорт ионов через кожу лягушки.

Л и т е р а т у р а

1. Комиссаренко В.П., Челканова И.С. Изучение секреции альдостерона у собак, получивших О, П, ДДТ. - Проблемы эндокринологии, 1973, т. 19, № 5, с. 72-76.
2. Наточин В.В., Чапек К. Методы исследования транспорта ионов и воды. Л. 1976. 219 с.
3. Сравнительная физиология животных. Под ред. Проссера Л. М., 1978. 655 с.
4. Arhem P., Frankenkenhauser B., Cöthe R., O'Brayan P. DDT and related substances on myelinated nerve: effects on permeability properties. - Acta Physiol. Scand., 1974, vol. 91, No 1, p. 130-132.
5. Dubais J.M., Berghah C. Symmetrical currents in Panvies nodes exposed to DDT. - Nature, 1977, vol. 266, No 5604, p. 741-742.
6. Jones I.C. Adrenalectomy in wintes and summer frogs. - In: The Neurohypophysis. London, 1966, чит. по: [3].
7. Kaiser T.O., Dunham J. The absorption of chlorinated hydrocarbon insecticides by frof skin. - Proc. Iowa. Acad. Sci., 1972, vol. 79, No 3-4, p. 101-104.
8. Matsumura F., Narahashi T. ATPase inhibition and electrophysiological change caused by DDT and related neuroactive agents in lobster nervi. - Biochem. Pharmacol., 1971, vol. 20, No 4, p. 825-837.
9. Weisbart M., Feiner D. Sublethal effect of DDT on osmotic and ionic regulation by the goldfish *Carassius auratus*. - Can J. Zool., 1974, vol. 52, No 6, p. 739-794.

10. Wuchau N., Van den Barcken J., Nara-hashi T. The structure activity relationship of DDT analogs in crayfish giant axons. - Pestic. Biochem. and Physiol., 1975, vol. 5, No 2, p.142-149.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 576.890:895.121

Б.И. Куперман, Е.А. Румянцев

ЗАРАЖЕННОСТЬ РЫБ ЛАДОЖСКОГО И ОНЕЖСКОГО ОЗЕР ПЛЕРОЦЕРКОИДАМИ ШИРОКОГО ЛЕНТЕЦА

Основные и наиболее древние очаги дифиллоботриоза связаны с Ладожским и Онежским озерами, Финским заливом, озерами Карелии и Финляндии, где инвазированность человека и рыб лентецом широким наиболее высока.

Последние полные данные по распределению личинок лентеца широкого среди рыб Ладожского и Онежского озер были получены 25-40 лет назад [1, 3, 5, 6, 8]. Исходя из этого вытекает практическая значимость изучения дифиллоботриоза, сохраняющего важное санитарно-эпидемиологическое значение в настоящее время и его изменения за длительный промежуток времени в самых крупных в Европе озерах.

Работа проводилась в 1972-1974 гг. на Волховской и Свирской губе, вдоль юго-восточного, северного и западного побережий Ладожского озера, в Петрозаводской, Свирской губе и Заонежье Онежского озера. Было исследовано 12 видов рыб: налим, щука, окунь, ерш, судак, сиг, ряпушка, корюшка, колюшка, лещ, плотва, язь, из которых в 5 видах (налим, щука, окунь, ерш, судак) обнаружены плероцеркоиды *Diphyllobothrium latum*.

Наиболее высокой степенью и интенсивностью заражения личинками *D. latum* в обоих водоемах характеризуются резервуарные хозяева - щука и налим (см. таблицу). В этих водоемах значительно заражены окунь и ерш - основные источники инвазии щуки и налима. Пораженность ерша в Ладожском озере заметно выше, чем в Онежском, окунь инвазирован гораздо сильнее в Онежском озере. Самая низкая зараженность в обоих озерах отмечена для судака, что соответствует данным, полученным для этого вида рыб ранее [3, 5]. Следует отметить, что инвазированность исследованных рыб личинками широкого

**Зараженность рыб Ладожского и Онежского озер
плероцеркоидами широкого лентеца (1972-1974 гг.)**

Виды рыб	Ладожское озеро				Онежское озеро			
	исследовано	заражено	процент за- ражения	средняя ин- тенсивность	исследовано	заражено	процент за- ражения	средняя ин- тенсивность
Налим	54	35	64.8	18.3	33	30	91.0	23.6
Щука	32	32	100	13.3	25	22	88.0	8.7
Окунь	51	9	17.7	1.4	25	10	40.0	3.6
Ерш	84	49	58.3	2.9	44	11	25.0	2.7
Судак	31	1	3.2	1.0	25	1	4.0	1.0

лентеца в Ладожском и Онежском озерах значительно превышает таковую в других водоемах Волго-Балтийской системы (Рыбинское и Шекснинское водохранилища, Белое озеро) [4].

Выявлены определенные различия распределения личинок плероцеркоидов *D. latum* среди рыб разных участков Ладожского и Онежского озер. Наиболее крупный и стабильный очаг дифиллоботриоза установлен в юго-восточной части Ладожского озера, где зараженность всех видов рыб значительно сильнее, чем у западного и северного берегов. Это подтверждают и данные по зараженности людей лентецом широким в этом районе, достигающей весьма высокого уровня - 53.6% [2]. Такой характер заражения связан с тем, что в юго-восточной части озера имеются наиболее благоприятные условия для прохождения жизненного цикла *D. latum*: небольшие глубины, песчаные грунты, обильный планктон и высокая численность рыб в периоды их нереста и нагула. Кроме того, в этой части озера проходят наиболее интенсивные транспортные пути Волго-Балтийской системы и на прилегающих берегах расположены крупные населенные пункты, способствующие поддержанию высокого уровня заражения рыб. Исследование окуни 3 участков Онежского озера также показали существенные различия. Окунь из Петрозаводской губы были в 2 раза сильнее заражены, чем в Заонжье, и в 5 раз, чем в Свироской губе, что обусловлено воздействием антропогенного фактора.

На большом материале нами подтверждено известное правило паразитологии о зависимости зараженности рыб от их раз-

мера и возраста. Шуки и налимы одинаковых размерных групп характеризовались сходной степенью заражения *D. latum*. С увеличением размера и возраста степень и интенсивность инвазии заметно возрастают: налимы длиной 170–300 мм заражены на 34%, 310–400 мм – 84%, 410–600 мм – 90%. Самые крупные рыбы содержат обычно максимальное количество паразитов: щука – 147 экз., в одной рыбе, налим – 176, ерш – 18, окунь – 13 экз. Окунь Онежского озера длиной до 150 мм заражен на 28% со средней интенсивностью 2.1 экз., более крупные рыбы (200–250 мм) – 48% при интенсивности 4 экз.

Характер распределения плероцеркоидов в органах и тканях разных видов рыб имеет важное санитарно-эпидемиологическое значение, так как они могут играть различную роль в инвазии окончательного хозяина – человека и животных. Локализация личинок у разных видов рыб существенно отличается. У налима и щуки Ладожского озера большинство плероцеркоидов (около 80%) обнаружено во внутренних органах, при этом значительная часть их у налима расположена в стенке желудка и брыжейке. При реинвазии личинки проникают из пищеварительного тракта рыбы в полость тела через стенку желудка, поэтому количество личинок, обнаруженных в ней, можно рассматривать как показатель интенсивности процессов миграции и реинвазии в период исследования. Большинство личинок, локализованных во внутренних органах щуки, встречается в брыжейке (55%) и икре (18%). С точки зрения эпидемиологии представляет интерес та часть плероцеркоидов, которая находится в икре и мускулатуре как возможный источник заражения человека, что составляет 39% от общего числа паразитов щуки. У налимов наиболее опасны плероцеркоиды, находящиеся в печени (11%) и мускулатуре (25%). Личинки из других внутренних органов могут быть источниками заражения диких и домашних плотоядных животных, которые наряду с человеком служат окончательными хозяевами лентеца широкого и играют определенную роль в поддержании очага дифиллоботриоза.

В организме окуня и ерша распределение личинок *D. latum* иное, чем у налима и щуки. Плероцеркоиды локализуются у них преимущественно в мускулатуре (85–100%) и значительно реже во внутренних органах (гонады, брыжейка – у ерша). Роль окуня как источника заражения человека лентецом широким в озерах может быть существенной, принимая во внимание его высокую зараженность и большое место в уловах рыболовов-любителей.

Большой интерес представляет анализ изменений инвазированности рыб плероцеркоидами лентеца широкого за длительный промежуток времени. Сравнение данных по зараженности рыб Ладожского озера лентецом, полученных А.Ф. Барышовой и О.Н. Бауером [3] 25 лет назад, с новыми материалами показало, что инвазия рыб за этот период заметно сни-

В 1948 г. в Волховской губе Ладожского озера щука была заражена на 100% при средней интенсивности 134 экз. в одной рыбе, налим – на 97%, средняя интенсивность 184 экз., окунь – на 53%, средняя интенсивность 5 экз., ерш – на 73%, средняя интенсивность 13 экз. [3]. В настоящее время эти виды рыб инвазированы значительно слабее, прежде всего в результате снижения интенсивности заражения и в меньшей степени за счет экстенсивности инвазии (см. таблицу). Еще более значительное снижение инвазии за прошедшие 30 лет наблюдается у рыб Невской губы Финского залива [7]. Между тем в Петрозаводской губе Онежского озера за последние 40 лет произошло сравнительно небольшое снижение зараженности рыб лентецом широким. По данным Г.К. Петрушевского [6], в 1934 г. зараженность окуня составляла 60% при средней интенсивности 2.3 экз., ерша – 36%, средняя интенсивность 2.1 экз. По нашим данным, в этом районе в 1974 г. процент заражения исследованных рыб несколько снизился, а средняя интенсивность даже возросла. Это свидетельствует о стабильности очага дифиллоботриоза в этом районе Онежского озера.

Сравнение данных по зараженности рыб плероцеркоидами лентца широкого из водоемов Волго-Балтийской системы показывает, что паразитологическая ситуация за прошедшие десятилетия заметно изменилась. При этом характер этих изменений в Рыбинском водохранилище иной, чем в остальных водоемах системы [4]. Если в Рыбинском водохранилище в ходе его формирования зараженность рыб в целом возросла, то в Онежском, Ладожском озерах и в Невской губе Финского залива – эндемичных очагах дифиллоботриоза – наблюдается ее снижение, что следует рассматривать как результат мероприятий по профилактике и борьбе с дифиллоботриозом (защита водоемов от загрязнения яйцами паразитов, дегельминтизация населения и др.). Однако, несмотря на это, инвазированность рыб в Ладожском и Онежском озерах остается и сейчас более высокой, чем в Белом озере, Шекснинском и Рыбинском водохранилищах. Сохранению этих очагов дифиллоботриоза способствуют близость крупных городов с большим населением (Ленинград, Петрозаводск), интенсивный любительский лов и дальнейшее развитие судохозяйства на этих водоемах. Особую важность приобретает изучение дифиллоботриозной ситуации в Ладожском и Онежском озерах в связи с планируемой переброской северных вод в бассейн р. Волги, что представляет угрозу заноса этих гельминтов вместе с их промежуточными и окончательными хозяевами.

Л и т е р а т у р а

1. А г р а н о в с к и й З.М. Вопросы эпидемиологии и профилактики дифиллоботриоза в рыболовецких районах. –

- Тр. Ленингр. санитарно-гигиенич. мед. ин-та, 1955, т. 25, с. 127-168.
2. Баженова Н.А. К истории формирования очага дифиллоботриоза на Ладожском озере. - В кн.: Дифиллоботриозы. М., 1968, с. 83-85.
 3. Барышева А.Ф., Бауер О.Н. Паразиты рыб Ладожского озера. - Изв. НИИ озер. и реч. рыб. х-ва, 1957, т. 42, с. 175-228.
 4. Куперман Б.И. Дифиллоботриоз рыб Рыбинского водохранилища. - Мед. паразитол., 1977, № 6, с. 736.
 5. Петрушевский Г.К. О заражении рыб Онежского озера плероцеркоидами широкого лентеца. - Тр. Бородинской биол. ст. в Карелии, 1933, т. 6, вып. 2, с. 71-75.
 6. Петрушевский Г.К. Материалы по паразитологии рыб Карелии. II. Паразиты рыб Онежского озера. - Учен. зап. Ленингр. гос. пед. ин-та, 1940, т. 30, с. 133-186.
 7. У Ба о - Х у а. Об изменении паразитофауны Невской губы за четверть века. - Вест. Ленингр. ун-та, сер. биол., 1961, т. 21, вып. 4, с. 62-72.
 8. J ä ä s k e l a i n e n V. Über die Nahrung und die Parasiten der Fische im Ladogasee. - Ann. Acad. sci. fenn., 1921, ser. A, Bd 14, No 3, S. 1-55.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.555.6

Н.А. Зиминова, В.В. Законнов

АККУМУЛЯЦИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ УГЛИЧСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Для выяснения темпов аккумуляции основных биогенных элементов в донных отложениях Угличского водохранилища в 1977 г. была проведена грунтовая съемка, во время которой на 171 станции измерена мощность отложений и на 31 станции отобраны колонки грунта. Пробы грунта из колонок брались послойно через каждые 10 см. Биогенные элементы (углерод общий и карбонатный, общий азот и общий фосфор) определены в 84 пробах, объемный вес отложений - в 30 пробах. При сборе и обработке материала использовались методы, применявшиеся ранее при исследованиях донных отложений верхневолжских водохранилищ [1, 3].

Т а б л и ц а 1

Показатели процесса осадконакопления в Угличском водохранилище

Глубина, м	Средняя высота слоя отложений, см		Годовая скорость осадконакопления, мм/год		Объем отложений, км ³		Вес отложений, тыс. т	
	1968 г.	1977 г.	1968 г.	1977 г.	1968 г.	1977 г.	1968 г.	1977 г.
0-3	1.7	0.8	0.6	0.2	0.00188	0.00082	1845	1044
3-6	3.4	4.5	1.2	1.2	0.00203	0.00271	1383	1807
6-9	6.0	10.4	2.1	2.7	0.00244	0.00425	1440	2651
>9	15.0	17.4	5.2	4.6	0.00615	0.00799	3202	4527
По водохра- нилищу	5.0	6.3	1.7	1.7	0.01250	0.01577	7870	10029

Т а б л и ц а 2

Аккумуляция биогенных элементов в донных отложениях Угличского водохранилища за 1940-1977 гг.

Участок, расстояние от плотины, км	Глубина, м	Вес отложений, тыс. т	Средняя концентрация, % от веса			Аккумуляция, тыс. т			Среднее годовое накопление, т		
			C	N	P	C	N	P	C	N	P
I 0-17	0-3	22	1.7	0.16	0.08	0.38	0.035	0.0179	10.0	0.94	0.47
	3-6	115	1.7	0.16	0.08	1.95	0.183	0.0917	51.4	4.81	2.42
	6-9	694	1.7	0.19	0.08	11.8	1.32	0.556	311	34.8	14.6
	>9	1190	2.4	0.24	0.12	28.6	2.86	1.43	753	75.3	37.6
	Всего	2021	2.1	0.22	0.10	42.7	4.40	2.09	1125	116	55.1
II 17-26	0-3	227	1.7	0.16	0.08	3.86	0.364	0.182	102	9.80	4.76
	3-6	70	2.4	0.32	0.11	1.69	0.226	0.077	44.5	5.95	2.02
	6-9	725	2.0	0.22	0.08	14.5	1.59	0.580	382	41.9	15.3
	>9	677	2.3	0.26	0.10	15.6	1.76	0.680	411	46.3	17.9
	Всего	1699	2.1	0.23	0.09	35.7	3.94	1.52	940	104	40.0
III 26-39	0-3	2.4	1.7	0.16	0.08	0.048	0.004	0.002	1.26	0.105	0.05
	3-6	473	1.8	0.20	0.10	8.51	0.946	0.473	224	24.9	12.4
	6-9	423	1.8	0.22	0.10	7.62	0.930	0.423	200	24.4	11.2
	>9	1048	2.2	0.27	0.12	23.1	2.84	1.26	680	74.8	33.2
	Всего	1946	2.0	0.24	0.11	39.3	4.72	2.16	1033	124	56.8

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Участок, расстояние от плотины, км	Глубина, м	Вес отложений, тыс. т	Средняя концентрация, % от веса				Аккумуляция, тыс. т			Среднее годовое накопление, т		
			С	Н	Р		С	Н	Р	С	Н	Р
IV 39-57	0-3	12.0	1.0	0.12	0.05		0.12	0.014	0.006	3.16	0.37	0.16
	3-6	144	1.8	0.26	0.11		2.59	0.374	0.158	68.3	9.85	4.16
	6-9	88.8	2.1	0.25	0.14		1.86	0.222	0.124	48.9	5.84	3.26
	>9	675	2.1	0.30	0.11		14.2	2.02	0.744	374	53.1	19.5
	Всего:	920	2.0	0.28	0.11		18.8	2.63	1.03	494	69.2	27.1
У 57-120	0-3	780	1.0	0.12	0.05		7.80	0.936	0.390	205	24.6	10.3
	3-6	1006	1.3	0.18	0.08		13.1	1.81	0.805	345	47.7	21.2
	6-9	720	1.8	0.23	0.09		13.0	1.66	0.649	342	43.7	17.1
	>9	937	1.0	0.14	0.06		9.37	1.31	0.562	246	34.5	14.8
	Всего:	3443	1.3	0.17	0.07		43.3	5.72	2.41	1138	151	63.4
По водоохрани-												
лищу:		10029	1.8	0.21	0.09		180	21.4	9.21	4730	564	242

По результатам съемки рассчитана средняя высота слоя, объем и вес отложений, накопившихся на отдельных участках водохранилища к 1977 г. Средние многолетние характеристики процесса осадконакопления сопоставлены с полученными в 1968 г. [1].

Общий вес вторичных донных отложений в Угличском водохранилище составил к 1977 г. 10 029 тыс. т, объем – 0.0158 км³, или 1.3% от объема водохранилища (табл. 1). В пределах сливной призмы (глубины 0–6 м) накопилось 0.00353 км³ отложений, или 0.4% от ее объема. Средняя для всего водохранилища годовая скорость осадконакопления равна 1.7 мм/год. По отдельным диапазонам глубин она колеблется от 0.2 до 5 мм/год, а на глубинах больше 9 м в нижней и средней частях водохранилища составляет 6–9 мм/год. Сопоставление средних годовых скоростей осадконакопления, полученных в 1968 и 1977 гг., свидетельствует, что за прошедшие 9 лет темп осадконакопления не изменился. Основное осадконакопление как в объемном, так и в весовом выражении происходит на глубинах более 3 м. На глубинах 0–3 м на большей части водоема средняя высота слоя отложений не превышает 1 см.

Содержание органического углерода в грунтах водохранилища колебалось в пределах 0.4–3.6%, общего азота – 0.05–0.41%, общего фосфора – 0.03–0.20%. Количество обменного аммонийного азота составляло 0.001–0.02% от веса абсолютно сухого грунта, или 3–7% от содержания общего азота в грунте.

Расчет аккумуляции биогенов проводился по 5 участкам, в каждом из которых определялась средняя концентрация биогенов в 4 интервалах глубин. За 38 лет существования водохранилища в его донных отложениях накопилось 180 тыс. т органического углерода, 21 тыс. т общего азота и 9 тыс. т общего фосфора (табл. 2). Распределение этих запасов по участкам довольно равномерно, что определяется сравнительным однообразием гидрологического режима водоема и отсутствием существенных местных источников биогенных элементов. ✓

В пределах каждого участка скорость осадконакопления с глубиной возрастает. Средняя концентрация биогенов в отложениях также имеет тенденцию к увеличению с глубиной водоема. Это обуславливает неравномерное распределение запаса биогенов в чаше водохранилища. Около 80% общего запаса биогенов сосредоточено на глубинах более 6 м, половина запаса – на глубинах более 9 м, занимающих 15% площади дна.

Средние для всего водохранилища многолетние скорости аккумуляции биогенов в донных отложениях равны 4.7 тыс. т С/год, 0.6 тыс. т N/год и 0.2 тыс. т P/год (табл. 2). Такого же порядка величины получены для Ивановского водохранилища: 10.4 тыс. т С/год, 1.1 тыс. т N/год и 0.4 тыс. т P/год [3].

К факторам, определяющим величину накопления биогенов в отложениях, обычно относят биогенную нагрузку на водоем и интенсивность водообмена [4]. Сопоставление этих параметров

Т а б л и ц а 3

Скорость аккумуляции биогенных элементов в донных отложениях верхневолжских водохранилищ и лимнологические параметры, ее определяющие

Водохрани- лище	Скорость аккумуляции, г. м ⁻² . год ⁻¹			Биогенная нагрузка, г. м ⁻² . год ⁻¹			Водо- об- мен, год ⁻¹	Доля взве- шенной фор- мы биогенов в общем их поступлении со стоком Волги, %	
	С	Н	Р	С	Н	Р		С	Р
Иваньков- ское	32	3.4	1.2	600	37	3	8	23	80
Угличское	19	2.3	1.0	765	66	5	9	15	60

2 верхневолжских водохранилищ показывает, что, несмотря на большую биогенную нагрузку, аккумуляция биогенов в Угличском водохранилище, отнесенная к единице площади дна, меньше, чем в Иваньковском (табл. 3). Необходимо отметить, что доля взвешенной формы биогенов в волжском стоке, поступающем в Угличское водохранилище, меньше, чем в стоке Волги выше Иваньковского водохранилища [2]. Можно полагать, что этим обстоятельством в большей степени, чем незначительным усилением водообмена, обусловлено уменьшение накопления биогенов в донных отложениях Угличского водохранилища.

Полученные величины аккумуляции биогенов в донных отложениях будут использованы для составления баланса биогенных элементов в этом водоеме.

Л и т е р а т у р а

1. Буторин Н.В., Зиминова Н.А., Курдин В.П. Донные отложения верхневолжских водохранилищ. Л., 1975. 150 с.
2. Зиминова Н.А. Влияние верхневолжских водохранилищ на состав стока взвешенных веществ Волги. - В кн.: Гидрологические и гидрохимические аспекты изучения водохранилищ. Борок, 1977, с. 38-52.
3. Зиминова Н.А., Законнов В.В. Аккумуляция биогенных элементов в донных отложениях Иваньковского

- водохранилища. - В кн.: Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водах. Таллин, 1978, с. 33-34.
4. Vollenweider R. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. - Mem. Ist. Stal. Idrobiol., 1976, vol. 33, p. 53-83.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 581.19

Ю.В. Ершов, В.М. Кудрявцев

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ В МАКРОФИТАХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ИХ РАЗЛОЖЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМАМИ

Наличие углеводов, обнаруживаемых в воде и донных отложениях водоемов, обусловлено двумя источниками. Один из них - хозяйственная деятельность человека, другой - сами гидробионты, при отмирании и разложении которых часть содержащихся в них углеводов переходит в воду. Содержание углеводов в компонентном составе клеток бактерий, водорослей, грибов и дрожжей колеблется от 0.03 до 2.9% на сухое вещество [4]. Сведения о содержании их в водных растениях практически отсутствуют. По нашим данным углеводы в макрофитах составляют 0.03-0.07% от сухого веса растений.

Значительная часть литорали водоемов занята высшей водной растительностью. Например, в Ивановском водохранилище общая площадь, занимаемая растительностью в 1973 г., составила 23% от всего зеркала водоема [3]. С этой площади ежегодно поступает в водоем 54 130 т органического вещества за счет отмершей водной растительности [2]. Если принять, что углеводы в макрофитах составляют в среднем 0.05%, то в воду Ивановского водохранилища вместе с макрофитами поступает примерно 27 т углеводов. В связи с этим представляет интерес судьба этих соединений, поступающих в водоем вместе с отмершими макрофитами.

В настоящем сообщении приводятся результаты определения содержания углеводов в некоторых макрофитах до отмирания и после их разложения в лабораторных условиях.

Опыты проводились в стеклянных аквариумах объемом 10 л, заполненных водой, отобранной среди зарослей водных растений Рыбинского водохранилища. В каждый аквариум вносили по 10 г сырой биомассы макрофитов. Растения были собраны в июне

1978 г. Содержание углеводов и гидрофобного органического вещества (ГОВ) определяли в растениях и воде в начале и в конце опыта. Об окислении углеводов судили по разности.

Гидрофобное органическое вещество извлекали из воды (5 л) прямой экстракцией перегнанным хлороформом. Каждый литр воды обрабатывали хлороформом (25 мл) дважды. Время экстракции составляло 5 мин, разделение фаз – 15 мин. Высушенные растения и их остатки после распада растирали до пылеобразной массы. Затем навеску 0.1 г этой массы дважды обрабатывали хлороформом (20 мл) в течение 15 мин. Полученный хлороформенный экстракт фильтровали через бумажный фильтр, предварительно очищенный от углеводов. Хлороформ выпаривали при комнатной температуре, а сухой остаток взвешивали.

При определении углеводов использовали ИК-метод в сочетании с колоночной хроматографией [5]. Для этого сухой остаток хлороформенного экстракта растворяли в четыреххлористом углероде (5 мл) и пропускали через колонку с окисью алюминия активности I по Брокману [1]. Первую порцию четыреххлористого углерода (25 мл), прошедшую через колонку, отбирали и снимали инфракрасный спектр в области частот $2800-3000\text{ см}^{-1}$, где проявляются валентные колебания CH_2 и CH_3 функциональных групп, входящих в структуру молекул углеводов. В качестве эталона использовали дизельное топливо, пропущенное через колонку с окисью алюминия. Параллельно производили определение содержания органического вещества в макрофитах и их остатках на C-, N-, H-анализаторе.

Результаты наблюдений показывают (табл. 1), что содержание углеводов и гидрофобного органического вещества в выших водных растениях неодинаково. В кувшинке чистобелой количество их было почти в 1.5–2.0 раза больше, чем в рдесте блестящем и камыше озерном. Наличие гидрофобного органического вещества по сравнению с углеводами в макрофитах на несколько порядков выше.

Анализ элементного состава органического вещества макрофитов показывает (табл. 2), что содержание азота, углерода, водорода в них различно. Наибольшее количество азота в начале опыта наблюдалось в кувшинке, углерода – в рдесте, водорода – в камыше. Наименьшее количество азота зарегистрировано в камыше, углерода – в кувшинке, водорода – в рдесте. В конце опыта в разложившихся остатках камыша содержалось 6.7 мг/г азота, что составляет около 25% от исходной величины. В кувшинке и рдесте азот не был найден. Содержание углерода в макрофитах колебалось от 18 до 22% от исходной величины.

По мере отмирания и распада водных растений значительная часть содержащихся углеводов в них переходила в воду. Содержание суммарного гидрофобного органического вещества было, напротив, больше в растительных остатках, чем в воде.

Содержание углеводов и гидрофобного органического вещества в макрофитах

Таблица 2

Изменение элементного состава органического вещества при разложении макрофитов

65

За 100 дней наблюдения углеводороды кувшинки и рдеста окислились на 83 и 89%, камыша – на 32% от исходной величины. Гидрофобное органическое вещество кувшинки и рдеста разрушилось почти полностью, камыша – на 90% (табл. 1).

В конце опыта отношение содержания углеводов к органическому веществу в растительных остатках кувшинки, рдеста и камыша было соответственно в 2, 2, 5 раз выше, чем в начале опыта. Отношение величин сухого остатка хлороформенного экстракта к органическому веществу в остатках камыша увеличилось всего в 3 раза по сравнению с таковым в начале опыта, а в остатках кувшинки и рдеста определяемый ингредиент несколько уменьшился по сравнению с исходным.

Таким образом, содержание углеводов и гидрофобного органического вещества в макрофитах варьирует в зависимости от вида растений. При микробиальном разложении макрофитов некоторое количество углеводов и ГОВ поступает как в воду, так и в осадки вместе с растительными остатками, где значительная их часть окисляется, причем углеводороды растений окисляются медленнее по сравнению с ГОВ в целом.

Л и т е р а т у р а

1. А х р е м А.А., К у з н е ц о в а А.И. Тонкослойная хроматография. М., 1964. 174 с.
2. И в а н ь к о в с к о е водохранилище и его жизнь. Л., 1978. 304 с.
3. Э к з е р ц е в В.А., М и ш у л и н а Г.И. О заболачивании мелководий Иваньковского водохранилища. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1976, № 32, с. 21-25.
4. J o n e s J.G., L o u n d B.V. Major paraffin constituents of microbial cells with particular references to Chromatium sp. – Arch. Mikrobiol., 1970, vol. 70, No 1, p. 82-88.
5. S t i g R., C a r l b e r g, S k a r s t e d t C.B.O. Determination of small amounts of nonpolar hydrocarbons (oil- in sea water). – J. du conseil., 1972, vol. 3, 4, No 3, p. 506-515.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.В. Кузьмина, А.И. Баканов,
А.Г. Поддубный

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КОРМОВЫХ ОБЪЕКТОВ РЫБ

Для определения обеспеченности рыб пищей необходимо знание энергетической ценности кормовых объектов. Сведения о калорийности гидробионтов, населяющих Рыбинское водохранилище, отсутствуют. Однако многие виды кормовых организмов планктона и бентоса Рыбинского водохранилища широко представлены в фауне других водоемов и довольно подробно исследованы в этом отношении. Кроме того, есть сведения о биохимическом составе некоторых кормовых объектов рыб Рыбинского водохранилища [2].

Цель данной работы заключалась в вычислении энергетических эквивалентов некоторых представителей гидрофауны Рыбинского водохранилища по результатам ранее проведенного определения их химического состава, сопоставлении этих результатов с аналогичными данными, полученными для других водоемов с применением различных методов, а также в выяснении возможности использования литературных данных для решения некоторых трофологических задач, стоящих перед исследователями Рыбинского водохранилища.

Материал и методы определения химического состава организмов подробно описаны нами ранее [2]. Вычисление значений калорийности по химическому составу произведено по общепринятой методике [3]. Приведенные в таблице результаты расчетов показали, что вклад отдельных энергетических компонентов в значения суммарной калорийности у исследованных гидробионтов значительно варьирует. Так, высокие показатели суммарной калорийности у зоопланктона, состоящего преимущественно из *Daphnia pulex*, и у моллюска *Dreissena polymorpha* обусловлены значительным содержанием жира в тканях этих животных; высокая калорийность у олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri* и у моллюска *Limnaea stagnalis* связана с высокой концентрацией белка в их теле. Вклад углеводов в энергетическую ценность исследованных организмов относительно мал. Однако и в данном случае обнаружены существенные различия. Действительно, калорийность за счет углеводов зоопланктона, состоящего преимущественно из *Daphnia pulex*, в 5 с лишним раз выше, чем зоопланктона, в котором преобладает *Bosmina* sp. Даже у близких в систематическом отношении разных видов моллюсков калорийность за счет углеводов различается в 2.7 раза.

Энергетические эквиваленты некоторых беспозвоночных и молоди рыб Рыбинского водохранилища

Вид	Сухое вещество	Энергетические эквиваленты					суммарные значения	
		жиры	углеводы	белки	сырой вес	сухое вещество		
<i>Daphnia pulex</i> (85%)	10.5	5.0 $\frac{0.472}{1.976}$	1.1 $\frac{0.045}{0.188}$	3.3 $\frac{0.186}{0.779}$	0.703 2.943	$\frac{6.70}{28.05}$		
<i>Bosmina</i> sp. (около 70%)	9.9	2.6 $\frac{0.246}{1.030}$	0.2 $\frac{0.008}{0.033}$	5.7 $\frac{0.322}{1.348}$	0.576 2.412	$\frac{5.82}{24.37}$		
<i>Chironomus plumosus</i>	12.8	4.1 $\frac{0.378}{1.620}$	0.3 $\frac{0.012}{0.050}$	7.2 $\frac{0.407}{1.704}$	0.806 3.375	$\frac{6.30}{26.38}$		
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	17.5	4.5 $\frac{0.425}{1.779}$	0.7 $\frac{0.029}{0.121}$	10.4 $\frac{0.588}{2.462}$	1.042 4.363	$\frac{5.95}{24.91}$		
<i>Dreissena polymorpha</i>	7.5	3.4 $\frac{0.321}{1.344}$	0.3 $\frac{0.012}{0.050}$	3.1 $\frac{0.175}{0.793}$	0.508 2.127	$\frac{6.77}{28.34}$		
<i>Limnaea stagnalis</i>	18.5	2.5 $\frac{0.236}{0.988}$	0.8 $\frac{0.033}{0.138}$	13.5 $\frac{0.762}{3.190}$	1.031 4.317	$\frac{5.57}{23.32}$		
Молодь рыб	15.3	4.7 $\frac{0.444}{1.859}$	0.05 $\frac{0.002}{0.008}$	8.5 $\frac{0.480}{2.010}$	0.926 3.877	$\frac{6.05}{25.33}$		

Примечание. Цифры в центре графы - содержание исследуемых компонентов, %, в числителе - энергетическая ценность, ккал/г, в знаменателе - то же, кдж/г.

При сопоставлении суммарных значений калорийности энергетических компонентов в расчете на сырой вес ткани также выявлена значительная вариабельность величин энергетических эквивалентов. Максимальные значения ее (у *L. hoffmeisteri*) превышают минимальные (у *D. polymorpha*) в 2 раза. В то же время данные по калорийности сухого вещества довольно однородны: максимальные значения (у *D. polymorpha*) больше минимальных значений (у *L. stagnalis*) только на 17.7%.

Калорийность различных особей, принадлежащих к одному и тому же виду, может значительно варьировать. Так, содержание жира и калорийность *Chironomus plumosus* по нашим определениям в отдельных пробах различается в 6 раз, что должно отражаться на данных по суммарной калорийности.

По данным о калорийности сухого вещества гидробионтов не всегда можно судить о калорийности сырого вещества вследствие разного содержания воды в исследуемых объектах. Это обстоятельство особенно важно учитывать, когда гидробионты рассматриваются в качестве кормовой базы рыб. Действительно, если содержание сухого вещества в пробах варьирует незначительно, соотношение величин калорийности сырого и сухого вещества сохраняется, например в случае проб исследованного зоопланктона. Однако при различном содержании сухого вещества в пробах расчет калорийности на единицу сухого вещества может не только нивелировать, но и исказить представление об энергетической ценности гидробионтов, потребляемых рыбой в живом виде. Так, величины энергетических эквивалентов, рассчитанные по сухому весу для *D. polymorpha*, оказались выше, чем для *L. stagnalis*. При оценке энергетических эквивалентов по сырому весу, напротив, для второго вида значения в 2 с лишним раза выше.

При расчете калорийности по данным о биохимическом составе гидробионтов необходимо обращать внимание на методы определения энергетических компонентов. Особенно это касается данных о содержании жира и углеводов. Анализ литературы показал, что в большинстве работ данные о содержании жира из-за ряда методических погрешностей сильно занижены, а показатели содержания углеводов завышены [2]. Вследствие этого литературные данные о калорийности жира в сыром веществе для ряда видов гидробионтов ниже полученных нами в 3-8 раз, а калорийность углеводов выше в 7.5-10 раз [1, 4]. В то же время значения общей физической калорийности сухого вещества оказываются заниженными в среднем лишь на 20-50%.

Значения физиологической калорийности кормов ниже величин физической калорийности, так как зависят не только от количества и качества энергетических компонентов, но и от способности животного переваривать и усваивать пищу [3, 5]. При этом эффективность гидролиза и резорбции отдельных энергетических

ческих компонентов может быть различной не только у рыб разных видов, но и у рыб разных возрастных групп.

Представления о физиологической калорийности кормов могут уточняться по мере накопления данных об эффективности усвоения рыбами отдельных компонентов пищи.

Амплитуда колебаний калорийности организмов в изучаемом водоеме может быть сопоставима с таковой для гидробионтов из разных водоемов.

Следовательно, для общей оценки кормовой базы рыб и обеспеченности их пищей можно пользоваться данными о калорийности сырого вещества гидробионтов, обитающих в других водоемах. При проведении же детальных исследований необходима дифференцированная оценка калорийности основных энергетических компонентов пищевых объектов рыб.

Л и т е р а т у р а

1. Гаджиева С.Б. Биохимическая характеристика кормовой ценности планктона и бентоса Мингечаурского и Варваринского водохранилищ. – Автореф. канд. дис. Баку, 1974, 27 с.
2. Кузьмина В.В., Лисицкая Н.Б., Половкова С.Н., Силкина Н.И., Баканов А.И. Биохимический состав некоторых кормовых объектов рыб Рыбинского водохранилища. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1979, № 44, с. 56–59.
3. Остапеня А.П. Биомасса и способы ее выражения. – В кн.: Методы определения продукции водных животных. Минск, 1968, с. 20–44.
4. G e n g H. Der Futterwert der natürlichen Fischnahrung. – Z. Fischerei, 1925, Bd 23, S. 137–165.
5. P h i l l i p s A.M. Nutrition, digestion and energy utilization. – In: Fish physiology. N.-Y., 1969, vol. 1, p. 391–432.

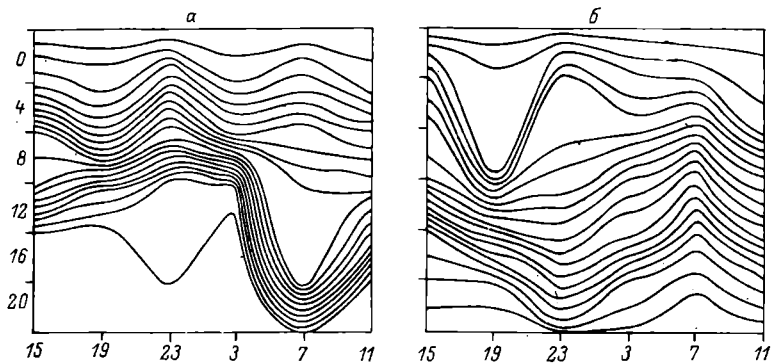
Институт биологии
внутренних вод АН СССР

К МЕТОДИКЕ АНАЛИЗА
СУТОЧНЫХ ПЛАНКТОННЫХ ЛОВОВ

Вертикальные миграции зоопланктонных организмов хорошо известны. При их изучении обычно пользуются сбором количественных проб планктона на нескольких горизонтах в течение одних или более суток. Данные, полученные после камеральной обработки, могут быть представлены различным образом, что во многом определяет и характер выводов.

Наиболее простым и старым из графических способов представления данных суточных станций служит изображение группы прямоугольников или многоугольников. Ширина такой фигуры соответствует абсолютной численности исследуемого организма на данном горизонте. Этот способ, несмотря на свою простоту, имеет ряд существенных недостатков. Наиболее серьезный из них – затушевывание феномена миграций весьма значительными колебаниями абсолютных значений в различных сериях ловов [1, 2]. Однако эта методика до сих пор применяется рядом авторов [4, 5, и др.]. Использование коэффициентов суточной вертикальной миграции [2], которые представляют собой относительные значения численности, позволяет уравнивать неоднородность серий и получить более наглядную картину миграций.

Позже было показано, что единичные находжения организмов за пределами слоя их максимальной концентрации могут быть отброшены [3, 8]. Верхней границей ядра популяции принято считать глубину, выше которой расположено 25% организмов от общей численности в столбе воды. За нижнюю границу принимается горизонт, выше которого располагается 75% популяции. При концентрированном распределении планктонных организмов ядро занимает лишь 1–2 горизонта. Наоборот, при более однообразном распределении планктеров в толще воды ядро „растягивается“, захватывая несколько, а в отдельных случаях и все горизонты. Соединяя верхние и нижние границы ядра популяции исследуемого вида плавной кривой в системе глубинно-временных координат, можно получить наглядную картину суточной миграции [7]. Данный способ позволяет совмещать в одной координатной системе миграции несколько видов. Эта методика верно отражает наиболее общие тенденции в суточных перемещениях популяции, кроме тех случаев, когда она дихотомически раздваивается, причем одна половина поднимается в верхние слои, а другая опускается в нижние. В этом случае ядро формально займет весь столб воды и будет указывать на равномерное распределение планктера в толще водоема, хотя в действительности имеются 2 узких концентрированных слоя.



Суточная вертикальная динамика плотности 2 видов коловраток.

а - 5%-е изопланкты плотности *Keratella cochlearis*,
б - то же *K. quadrata*. По оси ординат - глубина, м; по
оси абсцисс - время суток, ч.

Кроме этого, внутри ядра организмы часто распределяются неравномерно. Основная масса центральных 50% популяции может быть сдвинута к верхней или нижней границе ядра, вызывая его „асимметрию“ [7].

Соединяя точки баланса популяции, т.е. глубины, выше которых находится 50% организмов, можно представить процесс миграции одной кривой. Впервые этот способ при анализе вертикального распределения был применен Вортингтоном [10], а затем использовался многими авторами [6, 7, 9, и др.]. 50%-я изопланкта всегда проходит внутри ядра и указывает на смещение максимума численности. Она представляет собой результирующую истинной кривой перемещения организмов и асимметрии распределения планктеров внутри ядра. При совмещении с ядром кривая баланса популяции выявляет участки его асимметрии, что позволяет полнее анализировать имеющийся фактический материал. Несмотря на двойственный характер, эта кривая довольно правильно отражает основные тенденции миграции вида в водоеме, но, как и в предыдущем случае, при разделении популяции на 2 одинаковых концентрированных слоя кривая может неверно отражать существо явления, поэтому требует статистического контроля [6].

Графическое изображение ядра и его медианы не дает, однако, представления об изменении плотности распределения организмов в воде. В то же время плотность популяции служит наиболее существенным показателем вертикального распределения планктеров. Наглядную картину динамики плотности гидробионтов в водоеме можно получить, на наш взгляд, при построении изопланкт. При этом исследуемые горизонты толщи воды

изображаются в виде отрезков оси ординат, а глубины, с которых не производился сбор материала, из состава оси ординат исключаются. Таким образом, ось глубин приобретает дискретный характер. В соответствии с относительной численностью организмов на горизонтах распределяются изопланкты, причем наиболее удобным для построения нам представляется проведение изопланкт через каждые 5%. Этот способ позволяет выявить не только общие тенденции миграции и плотности организмов, но и долю популяции, перемещающейся вверх и вниз. Обычно разделенные по горизонтам популяции разных видов „контактируют” своими краевыми зонами. Поэтому большой интерес для рассмотрения их взаимоотношений играют горизонты взаимопроникновения, т.е. неучитываемые глубины, занимаемые 25% особей популяций.

В качестве примера рассмотрим суточные вертикальные перемещения 2 видов коловраток в оз. Сиверском 16 сентября 1978 г. (собственные данные, см. рисунок). Суточные вертикальные перемещения *Keratella cochlearis* и *K. quadrata* изображены методом построения 5%-х изопланкт. Графики отчетливо показывают антагонизм видов. Максимальные плотности этих коловраток в светлое время суток пространственно разбросаны. Зоны взаимопроникновения, как правило, отличаются малой плотностью. Хорошо выявляется при таком способе графического изображения вертикальных перемещений планктона и экологическая неоднородность популяции *K. cochlearis*, которая приводит к образованию 2 слоев плотности, исчезающих лишь ночью. Данный способ представления результатов суточных станций хорошо показывает и основные тенденции динамической перестройки пространственной структуры этих видов в сумеречное время.

Построение графиков динамики плотности вертикального распределения планктеров позволяет извлечь из результатов обработки планктона, собранного на суточной станции, значительно больше информации, чем при использовании других методик. При необходимости совмещения вертикальных миграций нескольких видов этот способ позволяет контролировать кривые баланса популяции, не прибегая к довольно сложному математическому аппарату оценки ее достоверности.

Л и т е р а т у р а

1. Б и т ю к о в Э.П. О применении коэффициентов суточного вертикального распределения планктона. - Науч.-тех. бюл. ГосНИОРХ, 1960, т. 10, с. 61-64.
2. Б о г о р о в В.Г. Коэффициенты суточного вертикального распределения планктона. - ДАН СССР, 1939, т. 23, № 7, с. 702-704.

3. Виноградов М.Е. Вертикальное распределение океанического зоопланктона. М., 1968. 318 с.
4. Мануйлова Е.Ф. Биология *Daphnia longispina* в Рыбинском водохранилище. - Тр. Биол. ст. "Борок", 1958, т. 3, с. 236-249.
5. Ривьер И.К. О питании и вертикальных суточных перемещениях каспийских полифемид. - В кн.: Биология и трофические связи пресноводных беспозвоночных и рыб. Л., 1968, с. 70-75.
6. Рудяков Ю.А. Детали горизонтального распределения и суточные миграции *Cypridina* (*Pyrocypis*) *siuosa* (G. Mueller) (Crustacea, Ostracoda) в западной части экваториальной Пацифики. - В кн.: Функционирование пелагических сообществ тропических районов океана. М., 1971, с. 213-227.
7. Суханова И.Н. Вертикальное распределение некоторых видов перидиней в экваториальной части Тихого океана. - В кн.: Функционирование пелагических сообществ тропических районов океана. М., 1971, с. 189-194.
8. Moore H.B. The zooplankton of the upper waters of the Bermuda area of the N. Atlantic. - Bull. Bingham Oceanogr. Collect., 1949, vol. 12, No 2, p. 1-97.
9. Nauwerck A. *Bosmina obtusirostris* Sars im Latnajaure. - Arch. Hydrobiol., 1978, vol. 82, No 1-4, p. 387-418.
10. Worthington E.B. Vertical movements of freshwater macroplankton. - Intern. Rev. Ges. Hydrobiol., Hydrograph., 1931, vol. 25, No 5-6, p. 394-436.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.5:57.087.1+597:57.087.1

М.М. Сметанин, А.И. Баканов

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДНЕЙ АРИФМЕТИЧЕСКОЙ И СРЕДНЕЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ В ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Идея написания статьи принадлежит Б.А. Вайнштейну, который обратил внимание на то, что в последнее время участились случаи применения для оценки обилия организмов средней геометрической вместо традиционно применяемой средней арифме-

тической [1, 7, 8, 10]. Некритический подход к этому вопросу нашел отражение и в новейшем отечественном руководстве по гидробиологии, в котором указывается, что при агрегированном распределении организмов средняя арифметическая неприемлема [9].

Существует большое число различных средних величин, наиболее полный обзор которых дан К. Джини [3]. Выбор той или иной средней при обработке материалов конкретного исследования может представить определенные затруднения, так как этот вопрос не является чисто математическим. Математик может лишь охарактеризовать свойства каждой средней и указать методы ее расчета, но принятие окончательного решения остается за биологом, который соотносит свойства средней с особенностями изучаемого явления и целью проводимого исследования. Средняя является важнейшей обобщенной характеристикой собранного материала, она показывает, какую величину имел бы каждый член вариационного ряда, если бы все члены были одинаковыми и суммарное действие их было бы такое же, как и фактических неосредненных значений, т.е. важным критерием выбора служит „принцип суммарного действия” [12].

С точки зрения математической статистики все величины принято делить на детерминированные, случайные и неопределенные [13]. Основное определяющее свойство случайной величины – статистическая устойчивость относительной частоты ее значений и, следовательно, наличие вероятности. Для детерминированной величины вероятность равна единице, а для неопределенных величин указание ее невозможно. Описание на неопределенном уровне встречается в настоящее время большие трудности. В некоторых случаях, например при исключении грубых погрешностей-промахов, неопределенные величины, по-видимому, удастся преобразовать в случайные, для анализа которых уже можно использовать аппарат математической статистики [5]. Все дальнейшие рассуждения относятся к данным, обладающим статистической устойчивостью.

Как известно, полное вероятностное описание случайной величины достигается определением интегральной или дифференциальной функции распределения, однако на практике интерпретация этих функций затруднительна и обычно используется краткое описание случайной величины. Оно дается статистическими моментами различного порядка, особое значение среди них имеет математическое ожидание, которое для дискретной величины равно сумме произведений всех ее возможных значений

на их вероятности p_i .
$$Mx = \sum_{i=1}^k x_i p_i$$
, где Mx – математическое ожидание.

Mx связано только с законом распределения, поэтому оно – величина не случайная, а число, характеризующее центр распределения. Статистический аналог математиче-

ского ожидания для ограниченной выборки - близкая ему средняя арифметическая \bar{x}_α . $\bar{x}_\alpha = \sum_{i=1}^k x_i n_i / n$, где n - общее чис-

ло наблюдений, n_i и n_i/n - абсолютная и относительная частоты встречаемости значений x , k - число различных значений изучаемой величины. Для случайных событий относительная частота, вычисленная по всем наблюдениям или некоторой их части, близка к вероятности p_i . Средняя арифметическая имеет очень простой смысл: она показывает, какова была бы величина каждого значения, если бы их сумму разделить поровну.

Качество оценки средней зависит от ее близости к истинному значению параметра, оцениваемого данной средней. Но термин "близость" можно понимать по-разному. Например, оценку можно выбрать так, чтобы значение некоторой функции было минимальным (принцип минимакса). Средняя численность или биомасса организмов во всем водоеме (генеральной совокупности) характеризуется математическим ожиданием. Это математическое ожидание мы оцениваем по результатам обработки некоторого количества проб, взятых в водоеме, и наилучшей оценкой будет средняя арифметическая из собранных проб. Для этой величины сумма квадратов отклонений отдельных вариантов будет минимальной (принцип наименьших квадратов), а средняя, удовлетворяющая этому условию, называется эффективной. Средняя арифметическая является эффективной оценкой математического ожидания независимо от вида распределения данных [6]. Согласно А.Я. Боярскому [11], каждую среднюю можно найти по некоторой определяющей функции. Данное условие минимизации выполняется в том случае, когда определяющая функция значений изучаемого признака у всех единиц совокупности состоит в суммировании вариантов вне зависимости от величины асимметрии распределения. Подтверждением этого может служить известный пример из химии: несмотря на явную асимметрию распределений изотопных масс многих химических элементов, например водорода, при вычислении атомной массы, приводимой в таблице Менделеева, используется именно средняя арифметическая.

Средняя арифметическая помимо эффективности обладает еще 2 важными свойствами - состоятельностью и несмещенностью [1]. Это значит, что при увеличении числа проб она приближается (сходится по вероятности) к математическому ожиданию и при этом не имеет систематической ошибки.

Некоторые исследователи при выборе средней исходят из вида статистического распределения исходных данных. Эмпирическое распределение данных по биомассе и численности организмов редко бывает нормальным, очень часто оно описывается отрицательно-биномиальным или его частным случаем - логнор-

мальным теоретическими распределениями [2, 10]. Поэтому при обработке подобных материалов, если количество проб не позволяет установить точно закон распределения, можно рекомендовать *a priori* принять гипотезу о логнормальном распределении, а не о нормальном, как это обычно делается. В этом случае по нормальному закону распределяются логарифмы исходных величин, и обработка ведется при условии минимизации суммы квадратов отклонений логарифмов. Это как раз тот случай, когда используется средняя геометрическая: $\bar{x}_g = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \dots x_n}$. Смысл ее при $n = 3$ можно интерпретировать как величину ребра куба, равновеликого параллелепипеду с ребрами, равными x_1, x_2, x_3 . Средняя геометрическая должна употребляться тогда, когда определяющая функция значений признака предусматривает умножение вариантов, т.е. эта средняя годится для мультипликативных величин, а не для аддитивных как средняя арифметическая [3]. Обычно это бывает при изучении отношений и некоторых динамических показателей, таких как относительный прирост. Например, если известно, что за 3 года длина рыбы l увеличилась в 5 раз, то для расчета среднего ежегодного коэффициента роста \bar{K}_p используют формулу $\bar{K}_p = \sqrt[3]{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3} = \sqrt[3]{l_3/l_1} = \sqrt[3]{5} = 1.71$. Аддитивными величинами часто бывают величины, характеризующие распределение особей в пространстве, а мультипликативными — изменения каких-то показателей во времени.

Средняя геометрическая из абсолютных значений чисел значения в статистике не имеет, поскольку это средняя из отношений [4]. Поэтому нам представляется совершенно неверным использовать \bar{x}_g для оценки средней численности или биомассы организмов в случае их ненормального распределения, при этом не соблюдается и правило единства суммарного действия. \bar{x}_g может найти применение для определения доверительных интервалов средней в асимметричных распределениях, как это рекомендует Эллиотт [14].

Если специфика материала требует максимизировать вероятность попадания значений случайной величины в достаточно малый интервал, то характеристикой положения служит мода. При минимизации суммы модулей отклонения от среднего $\sum_{i=1}^k n_i |x_i - \bar{x}_{cp}|$ (предложение Лапласа) наиболее предпочтительной средней служит выборочная медиана.

Следовательно, обработку данных можно вести при минимизации или максимизации самых разных параметров, выбирая различные определяющие функции. Например, если в качестве определяющей функции выбрана $\sum_{i=1}^k 1/x_i$, то имеем среднюю

гармоническую, если $\sum_{i=1}^K x_i^2$, то среднюю квадратическую и т.д.

При применении средних нужно убедиться в наличии статистической устойчивости и разумно выбрать условия оптимизации, исходя из содержания задачи.

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 а к а н о в А.И. Крупномасштабное распределение кормового бентоса в Волжском плесе Рыбинского водохранилища. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1978, № 38, с. 32-37.
3. Д ж и н и К. Средние величины. М., 1970. 447 с.
4. К а м и н с к и й Л.С. О применении геометрической средней в биологии. - В кн.: Применение математических методов в биологии. Сб. 3. Л., 1964, с. 6-18.
5. К а с с а н д р о в а О.Н., Л е б е д е в В.В. Обработка результатов наблюдений. М., 1970. 104 с.
6. К о р д е м с к и й Б.А. Математика изучает случайности. М., 1975. 223 с.
7. Л ю б и ш е в А.А. К методике количественного учета и районирования насекомых. Фрунзе, 1958. 167 с.
8. Л я х о в С.М. Многолетние изменения биомассы бентоса в Куйбышевском водохранилище. - Гидробиол. ж., 1974, т.10, вып. 4, с. 21-23.
9. М и т р о п о л ь с к и й В.И., М о р д у х а й - Б о л т о в - с к о й Ф.Д. Макробентос. - В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975, с. 158-170.
10. Н е с и с К.Н. Применение геометрической средней при изучении распределения водных организмов. - В кн.: Проблемы промысловой гидробиологии. М., 1969, с. 304-309.
11. О б щ а я т е о р и я статистики. М., 1977. 328 с.
12. П л о х и н с к и й Н.А. Биометрия. М., 1970. 367 с.
13. Т у т у б а л и н В.Н. Теория вероятностей в естествознании. М., 1972. 48 с.
14. E l l i o t t J.M. Some methods for the statistical analysis of samples of the benthic invertebrates. - Freshwater biological association, scientific publication, 1971, No 25, p. 1-144.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

	Стр.
Информации	
XI Всесоюзная конференция по электронной микроскопии (Б.И. Куперман, В.Е. Матей)	3
О вероятностном подходе к анализу роста животных (М.М. Сметанин)	5
Сообщения	
В.И. Романенко, Н.П. Смирнов, В.Л. Кожара, Б.А. Флеров. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества в оз. Искандеркуль	8
Л.Е. Сигарёва. Оценка состояния хлорофилла в фитопланктоне по устойчивости к феофитинизации	12
М. Перес Ейрис, В.И. Романенко, М.А. Пу-биенес. Потребление эйхорнией <i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms. анионов карбоната через корне-вую систему	16
В.М. Кудрявцев, Н.А. Кудрявцева. Деструкция ор-ганического вещества макрофитов в зимний период	19
Т.Ф. Микрякова. Влияние кадмия на рост ряски малой	22
Е.В. Моисеев, Б.Ф. Жуков. Бесцветные жгутиконосцы в осеннем планктоне Рыбинского и Шекснинского водохра-нилищ и озер Северо-Двинской системы	25
Н.А. Шполянская. Некоторые вопросы биологии размно-жения длиннопалого кубанского рака <i>Astacus</i> (<i>Ponta-stacus</i>) <i>leptodactylus cubanicus</i> Birscht. et Wi-nogr. (1934) в водоемах Ростовской обл.	28
А.В. Гончарова, А.И. Гончаров. Констатация сезон-ной динамики активности щелочной фосфатазы в чешуе плотвы <i>Rutilus rutilus</i> L.	33
Т.С. Житнев а. Питание леща на разных биотопах Рыбин-ского водохранилища. II.	37
М.Н. Иванова, А.Н. Лопатко. О скорости переварива-ния пищи молодью шук	42
В.Г. Сиделева. Связь особенностей строения сейсмosen-сорной системы глубоководных бычков-широколобок оз. Бай-кал (<i>Cottidae</i> , <i>Abyssocottinae</i>) с характером грунта	46
П.А. Гдовский. Влияние полихлорпинена на активный тран-спорт натрия в тканях лягушки	50
Б.И. Куперман, Е.А. Румянцев. Зараженность рыб Ладожского и Онежского озер плероцеркоидами широкого лентеца	53
	79

Н.А. Зимина, В.В. Законнов. Аккумуляция биогенных элементов в донных отложениях Угличского водохранилища	57
Ю.В. Ершов, В.М. Кудрявцев. Содержание углеводов в макрофитах Рыбинского водохранилища и их разложение микроорганизмами	63
В.В. Кузьмина, А.И. Баканов, А.Г. Поддубный. К методике определения энергетической ценности кормовых объектов рыб	67
Г.И. Маркевич. К методике анализа суточных планктонных ловов	71
М.М. Сметанин, А.И. Баканов. Об использовании средней арифметической и средней геометрической в гидробиологических и ихтиологических исследованиях	74

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 48

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л.М. Маковская

Технический редактор Е.В. Поликтова

Корректор О.В. Олендская

ИБ № 9083

Подписано к печати 20.06.80. М-20896. Формат 60х90 1/16. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Печ. л. 5±5,00 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4.87. Тираж 1050. Изд. № 7755. Тип. зак. № 1754 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