



ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**75**

**АКАДЕМИЯ НАУК СССР**

**ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД**

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ**

**ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ**

# **БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**№ 75**



**ЛЕНИНГРАД**

**«НАУКА»**

**ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ**

**1987**

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

Biology of Inland Waters  
Information Bulletin  
N 75

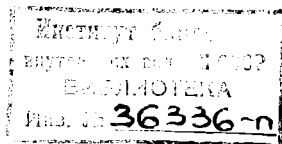
УДК 577 (28)

Бюллетень содержит краткие сообщения по различным аспектам гидробиологии, микробиологии, дыханию фитопланктона и ряски, жизненным циклам хи-рономид, ихтиологии, составу сыворотки крови рыб. Ряд работ посвящен изу-чению токсичности среды и методическим приемам работы. Включена инфор-мация по годичной сессии лаборатории гидрологии и гидрохимии.

Представляет интерес для гидрологов, гидробиологов, гидрохимиков, мик-робиологов, ихтиологов.

Ответственный редактор В.И. РОМАНЕНКО

Рецензенты В.М. ГОРЛЕНКО, В.Р. МИКРЯКОВ



Б  $\frac{2001050100-686}{042 (02)-87}$  251-87 - III

© Издательство „Наука“, 1987 г.

## ОТЧЕТНАЯ СЕССИЯ ЛАБОРАТОРИИ ГИДРОЛОГИИ И ГИДРОХИМИИ

В Институте биологии внутренних вод АН СССР 2-4 апреля 1986 г. состоялась отчетная сессия лабораторий гидрологии и гидрохимии, посвященная вопросам исследования гидрофизических и гидрохимических процессов в озерах и водохранилищах и изменений, происходящих в них в результате возрастающего антропогенного воздействия на водоемы.

В работе сессии приняли участие свыше 20 представителей других научных учреждений страны. Было заслушано 19 научных докладов, часть из которых посвящена результатам традиционных гидрологических и гидрохимических исследований: динамике водных масс, термическому и гидрохимическому режимам, распределению донных отложений, оценке темпов осадконакопления и др. В ряде докладов сделана попытка увязать гидрологические и гидрохимические процессы с распределением гидробионтов. Так, С.А. Поддубным на примере Рыбинского водохранилища была рассмотрена качественная связь между динамическими процессами, выраженными в виде интегральной циркуляции вод, и распределением планктона и рыб.

Интерес вызвали сообщения В.В. Якубаускаса и А.В. Сидерского о влиянии подогретых вод АЭС соответственно на температурный режим оз. Друкшай при сбросе подогретых вод Игналинской АЭС и массовое развитие популяции дрейссены на водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС.

Влиянию антропогенных факторов на химические показатели воды различных водоемов были посвящены сообщения Г.Ф. Расплетиной, Г.М. Самоуковой и М.Г. Ершовой.

Активное обсуждение получили доклады В.Н. Белокопя и М.В. Гапеевой и О.Л. Цельмович, посвященные методам определения тяжелых металлов и их содержанию в донных отложениях, водной толще и некоторых гидробионтах Рыбинского водохранилища.

Серьезная дискуссия состоялась по поводу 2 докладов, касающихся оз. Плещеево, так как интерес к этому водоему в последние годы резко возрос в связи с усиливающимся хозяйственным использованием его. В первом докладе (А.Ф. Савельев) приведены результаты моделирования формирования подземного стока в озеро. Докладчик, в частности, привел убедительные доказательства того, что подземный приток в озеро намного меньше той оценки, которая была получена ранее специалистами Ярославского педагогического института. Второй доклад (Н.В. Буторин, Л.А. Кучай, В.Л. Скляренко) посвящен математическому моделированию экосистемы

оз. Плещеево в целом. В основу представленной имитационной модели положены материалы комплексных гидробиологических исследований озера, выполненных ИБВВ АН СССР в 1982–1985 гг.

На сессии также были представлены работы по геохимии донных осадков и трансформации почв.

В качестве общего вывода следует отметить достаточно высокий научный уровень докладов и практическую направленность большинства заслушанных сообщений.

В.Н. С к л я р е н к о

Ю.В. П а н а с е н к о в, С.В. П а н ч у к о в а

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ  
ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В СНЕГЕ,  
НА ЕСТЕСТВЕННЫЕ МИКРОБНЫЕ КОМПЛЕКСЫ  
ВОДОХРАНИЛИЩА

Значительное количество загрязнений, поступающих в водоемы, выпадает из атмосферы. По некоторым данным, их объем составляет до 50% от общего количества загрязняющих веществ [1]. Загрязнители, находящиеся в воздухе, могут мигрировать с воздушными потоками на большие расстояния, а затем выпадать с осадками или под действием гравитации. Распространение загрязнений связано с преобладающими ветрами, рельефом местности, величиной атмосферных осадков.

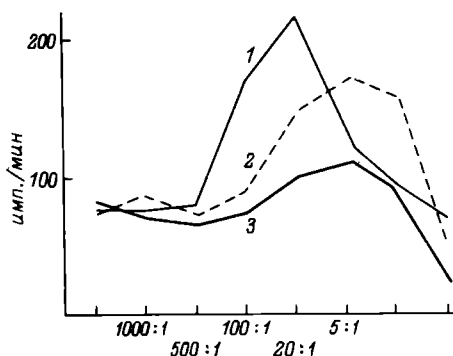
Из атмосферных загрязнений наиболее удобны для изучения снежные осадки. В зимнее время в снегу аккумулируется определенное количество химических соединений, выпавших из атмосферы, которые попадают в водоем при массовом таянии снега. Кроме того, весной с тальми водами в водоем попадает и древесный опад, в листьях которого тоже содержатся вредные для водных организмов вещества, накопленные растениями в период вегетации.

На Братском водохранилище были выбраны три точки отбора снега: в зоне сильного осаднения аэровыбросов, зоне среднего осаднения и контрольный район.

Снег отбирали со льда с площади 0,25 м<sup>2</sup>. В полиэтиленовых мешках его доставляли в лабораторию. Снеговую воду в склянках емкостью 100 мл в различных пропорциях смешивали с водой из водохранилища и в течение 24 ч экспонировали в темноте. Активность микроорганизмов определяли радиоуглеродным методом [3]: Пробы фильтровали через мембранные ультрафильтры № 2.

Рост поглощения меченой углекислоты наблюдался уже при разбавлении 100 : 1 и достигал максимума при разведении 20 : 1. Затем наступал спад, обусловленный, вероятно, угнетающим действием химических соединений, содержащихся в снеге, на микроорганизмы водохранилища. Активность поглощения <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> собственной микрофлорой снега оказалась практически такой же, как микробами водохранилища, что несколько отличается от данных других исследователей [2]. Расхождения, видимо, связаны с отличиями в химическом составе снега. Это предположение подтверждается тем, что активность микрофлоры снега из контрольной точки составила 25–30% от активности микроорганизмов водохранилища, а это подтверждают данные В.И. Романенко [2], полученные для Рыбинского водохранилища.

Снеговая вода, добавленная из района среднего осаднения аэровыбросов, токсического влияния на микрофлору водоема не ока-



Поглощение  $^{14}\text{CO}_2$  микробными комплексами водохранилища при добавлении загрязненного снега (1), снега слабозагрязненного (2) и снега контрольного района (3).

По оси ординат — радиоактивность осадка бактерий на фильтре, имп./мин; по оси абсцисс — разбавление вод водохранилища снеговой водой.

зывала (см. рисунок, кривая 2). В данном случае наблюдалась лишь стимуляция поглощения  $^{14}\text{CO}_2$ .

В контрольном опыте (кривая 3) тоже наблюдалась стимуляция, не столь значительная, как на кривых 1 и 2. Общий же ход кривых 3 и 2 сходен, хотя абсолютные величины активности микрофлоры в контроле значительно меньше. Это еще раз подтверждает предположение о том, что снег из района среднего влияния аэровыбросов не оказывает токсического воздействия на микрофлору водохранилища.

Полученные результаты свидетельствуют, что с помощью подобных экспериментов можно оценивать воздействия промышленных предприятий на водные экосистемы, а также исследовать сезонную динамику накопления химических соединений в снегу не только на зеркале водоема, но и на площади водосбора. Оценка влияния аэровыбросов промышленных предприятий на водные экосистемы особенно важна в промышленных районах, где содержание химических соединений в воздухе повышено.

## Л и т е р а т у р а

1. А в а к я н А.Б., К а м и н с к и й В.С. Охрана водных ресурсов // Вод. ресурсы. 1980. № 5.
2. Р о м а н е н к о В.И., Б е з л е р Ф.И. Химический и микробиологический анализ снега со льда Рыбинского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1971. № 11.
3. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: Лабораторное руководство. Л., 1974.

Институт экологической токсикологии

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

## ПОТЕРИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПЛАНКТОННЫМИ ВОДОРОСЛЯМИ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ КУБЫ

Прижизненные потери органического вещества клетками водорослей составляют часть продуктов фотосинтеза, которая не учитывается при анализах с использованием  $^{14}\text{C}$ . Поэтому величины интенсивности фотосинтеза, полученные с помощью  $^{14}\text{C}$ , особенно при длительном экспонировании, должны всегда быть меньше валовой продукции, соответствующей выделению кислорода.

По данным многих авторов [2, 3, 5], общие потери свежесинтезированного органического вещества в умеренной зоне через сутки в среднем составляют 20–25%, но в отдельных случаях достигают 50–56%.

На возможность потерь первичных продуктов фотосинтеза в виде  $\text{CO}_2$  указал Браун [4], что впоследствии было подтверждено прямыми определениями с помощью  $^{14}\text{C}$  [3].

Хотя в настоящее время эта проблема изучается многими исследователями [1], но даже в общих чертах она далека от окончательного решения.

Нами были произведены соответствующие анализы на водохранилищах Канаси и Хувентуд (Куба). Водоросли метили  $^{14}\text{C}$  в процессе фотосинтеза при естественном освещении, после чего их помещали в мешки, не пропускающие свет, и выдерживали в темноте. В пробах определяли исходную радиоактивность водорослей – после экспонирования на свету, и конечную – после экспонирования в темноте. Убыль органического вещества вычисляли по разности исходной и конечной радиоактивности клеток водорослей.

Нами была избрана следующая схема анализов. Воду отбирали в 5 прозрачных склянок емкостью 150 мл, в них вносили раствор  $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$  с активностью  $12 \cdot 10^6$  имп./мин в 1 мл. Склянки экспонировали при естественном освещении в течение 1–6–12–24–48 ч. После тщательного перемешивания из каждой склянки отбирали 2 пробы по 5 мл, которые профильтровывали через мембранные фильтры, где определяли радиоактивность водорослей.

После определения исходной радиоактивности склянки помещали в темноту и анализы повторяли через промежутки времени, равные времени фотосинтеза на свету, лишь проба, взятая в темноте через одну неделю, не имела аналога фотосинтеза. Таким образом, получилась сеть анализов от кратковременных величин фотосинтеза и потерь до величин со сплошной меткой (48 ч) и до потерь через одну неделю.



Органическое вещество, оставшееся в клетках водорослей,  
% от исходной интенсивности фотосинтеза. Водохранилище Канаси

Время нахождения проб в темноте, ч	Время фотосинтеза при естественном освещении, ч					
	1	6	12	24	48	$\bar{x}$
Исходная продукция фитопланктона	100	100	100	100	100	100
1 а	96.4	82.1	97.9	89.8	96.9	92.6
6 а	94.7	83.3	81.1	93.8	-	88.2
12 а	94.7	82.1	74.3	87.6	-	84.7
24 а	71.4	67.9	49.3	-	72.1	65.2
48 а	-	60.5	40.5	49.7	56.0	51.7
168 а	-	29.6	33.1	57.6	34.7	38.8

Опыты были проведены в полевых условиях при температуре 28 °С. В отобранных пробах воды суточная продукция фитопланктона выражалась близкими величинами: в Канаси – 0.177 мг С/л, в Хувентуд – 0.169 мг С/л.

Продукция органического вещества в процессе фотосинтеза за 1 ч была настолько мала, а количество внесенного изотопа настолько велико, что при выдерживании проб в темноте более 12 и 24 ч ассимиляция  $\text{CO}_2$  гетеротрофными микроорганизмами начинала преобладать над исходной величиной фотосинтеза. Поэтому ряд анализов прекращали на 12 ч (Хувентуд) и 24 ч (Канаси).

Анализ через 1 ч после выдерживания в темноте имел еще и страховочное значение, так как он не должен был сильно отличаться от исходной величины, которая имела важное значение в этих опытах. Потери свеже синтезированного органического вещества в абсолютных величинах зависели от интенсивности фотосинтеза и были малы, когда продукция была мала, и наоборот. Данные, выраженные в процентах от исходной продукции, оказались настолько близкими, что из них стало возможным вывести средние величины (см. таблицу).

Динамика убыли органического вещества в клетках естественного фитопланктона при нахождении в темноте в течение 48 ч от исходной величины фотосинтеза за 12 ч представлена на рис. 1. В водохранилище Хувентуд потери органического вещества протекали медленнее, чем в пробах воды водохранилища Канаси. Через сутки в первом они составили 20%, во втором – 50%, что, по нашему мнению, определяется составом фитопланктона, так как все другие параметры были близкими. Через 48 ч в пробах из водохранилища Хувентуд было потеряно 40% продуктов фотосинтеза, в водохранилище Канаси – до 60%.

В среднем по всем анализам убыль органического вещества (рис. 2) начинается очень быстро. В темноте потери органического вещества можно обнаружить уже через 1 ч.

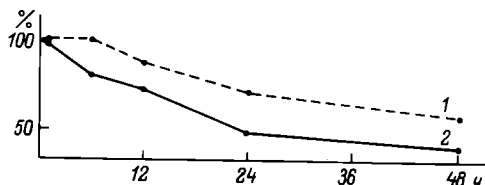


Рис. 1. Потери фитопланктоном органического вещества, синтезированного за светлое время суток (12 ч), в последующие 48 ч.

1 – водохранилище Хувентуд; 2 – водохранилище Канаси. Продукция фитопланктона за светлое время суток принята за 100%. По оси абсцисс – время пребывания водорослей в темноте.

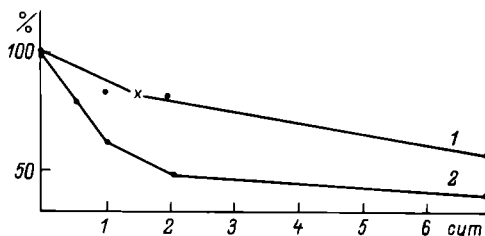


Рис. 2. Потери фитопланктоном органического вещества, синтезированного в процессе фотосинтеза за 1-6-12-24-48 ч, по осредненным данным при разном времени выдерживания в темноте.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

Уменьшение органического вещества на графиках выражается кривыми, подобными экспоненциальным. Наиболее интенсивные потери происходят в течение первых 2 сут, затем процесс замедляется. Через 2 сут во втором водоеме они составили 50%, в первом – лишь 20%, а через неделю потери приблизились и составили 43 и 48% соответственно (из средних величин фотосинтеза от 1 до 48 ч).

По нашему мнению, потери свежесинтезированного органического вещества зависят от состава фитопланктона, температуры, интенсивности фотосинтеза и других факторов.

### Л и т е р а т у р а

1. Б у л ь о н В.В. Внеклеточная продукция фитопланктона // Успехи соврем. биологии. 1977. Т. 84, вып. 2(5).
2. К у д р я в ц е в В.М. Выделение свежесинтезированного органического вещества клетками планктонных водорослей // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1973. № 18.

3. Романенко В.И. Скорость потери органического вещества клетками планктонных водорослей // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1971. № 9.
4. Brown A.H. The effect of light on respiration using isotopically enriched oxygen // Amer. J. Bot. 1953. Vol. 401.
5. Fogg G.E., Nalivajko C., Watt W.D. Extracellular products of phytoplankton photosynthesis // Proc. Roy. Soc. S.B. L. 1965. Vol. 162, N 989.

Институт биологии внутренних вод АН СССР  
Департамент Экологии АН Кубы

---

УДК 582.547.2-112.08

И.В. Вишнякова, В.И. Романенко

# ВЫДЕЛЕНИЕ CO<sub>2</sub> РЯСКОЙ (LEMNA MINOR L.) В ПРОЦЕССЕ ДЫХАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

В последнее время в связи с определением продукции фитопланктона с применением <sup>14</sup>C у исследователей появился большой интерес к прижизненным потерям органического вещества фотосинтезирующими организмами. С одной стороны, прижизненные выделения – это одна из функций живой клетки, изучение которой само по себе имеет важное самостоятельное значение, а с другой – это часть неучтенных продуктов фотосинтеза, имеющих немаловажное значение в балансе органического вещества.

По данным разных авторов [7], планктонные водоросли теряют от 5 до 30–50% органического вещества.

Почти совершенно не изучены потери продуктов фотосинтеза в процессе дыхания. В отдельных работах, посвященных этому вопросу [1, 2, 4], установлено, что некоторая часть свежесинтезированного органического вещества быстро вовлекается в дыхательный цикл и выделяется в виде углекислоты в количестве 5.7–21.7% от первичной продукции.

Подобные работы не проводились с высшими водными растениями. Мы провели исследования интенсивности дыхания у ряски. Это растение было взято потому, что малые размеры его позволяют оперировать с ним так же, как и с водорослями. Эксперименты велись при разных температурах от 13 до 50 °C.

Растения метили на питательной среде с минимальным содержанием немеченого карбоната, чтобы достигнуть максимальной метки тканей. Предварительно было установлено, что внесенный в среду меченый карбонат с радиоактивностью  $1.4 \cdot 10^6$  имп./ (мин·мл) на 150 мл среды и на 40 растений почти полностью потребляется к

концу суток при постоянном освещении, а радиоактивность отдельных особей выходит на плато.

Поэтому в дальнейшем мечение растений производили следующим образом. В колбу с 200 мл питательной среды Гапоненко и Стажечкого [3] с рН 7 и содержанием карбонатов 10 мг С/л помещали 110 растений и экспонировали в люминистате при освещении 2000 лк в течение 5 сут. Ежедневно в среду вносили по 0,5 мл раствора меченого карбоната с активностью  $0.7 \cdot 10^6$  имп./мин.<sup>1</sup> Затем рыску тщательно промывали на ситечке физиологическим раствором с рН 5 для удаления  $\text{H}^{14}\text{CO}_3$  из среды. По 7 меченых особей вносили в пробирки с питательной средой, последние закрывали пробками и помещали в политермостат [5], в ячейках которого в течение суток поддерживалась температура от 13 до 50 °С с перепадами от ряда к ряду в 3,5–4 °С.

Политермостат сделан из дюралевого стержня длиной 100, диаметром 16 см, один конец которого подогревается спиралью от электросети, другой охлаждается потоком водопроводной воды. Вдоль стержня через каждые 8 см просверлены 3 ряда отверстий под пробирки. Одно из ближних к спирали отверстий наполнено глицерином, в который на пробке был вставлен контактный термометр, отрегулированный на 50 °С, подсоединенный к устройству, автоматически включающему и выключающему спираль через термометр.

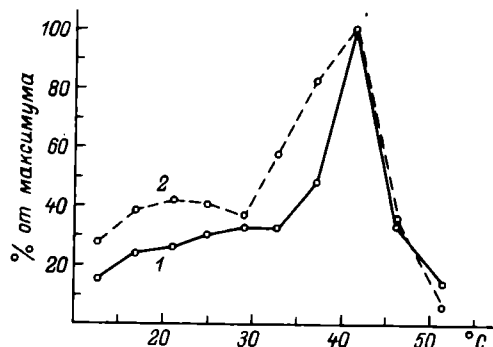
Через сутки в каждую пробирку вносили по одной капле 0,1 н. щелочи, содержимое переносили в колбы для отгона углекислоты [6]. На вторые сутки карбонат осаждали хлористым барием, выпавший осадок  $\text{BaCO}_3$  отфильтровывали на мембранные фильтры. После соответствующей обработки его радиоактивность определяли под счетчиком Гейгера. Как при освещении, так и в темноте (см. рисунок) динамика выделения углекислоты в зависимости от температуры выражалась идентичными графиками (каждая кривая получена из трех повторностей).

В диапазоне от 13 до 34–37 °С выделение углекислоты протекало по медленно возрастающей кривой. На участке от 20 до 30 °С процесс увеличивался в 1,2–1,7 раза, т. е. соответствовал изменению скорости ферментативных реакций при возрастании температуры на 10 °С. Начиная с 34–37 °С интенсивность дыхания резко возрастала и достигала максимума при 40–42 °С, при дальнейшем повышении температуры происходило столь же стремительное уменьшение выделения углекислоты. Вероятно, температура 40–42 °С – критическая для организма. Возникает своеобразный температурный стресс, когда все „силы“ организма напряжены до предела, после чего нарушаются функции некоторых биохимических систем.

Нами были проведены наблюдения за развитием растений при комнатной температуре после инкубирования их в политермостате.

---

<sup>1</sup> Задача состояла в том, чтобы получить ткани со сплошной меткой и небольшой удельной активностью с целью попасть в оптимальный диапазон подсчета импульса под счетчиком.



Динамика выделения углекислоты в процессе дыхания ряской в зависимости от температуры.

1 – на свету, 2 – в темноте. По оси ординат – количество углекислоты.

Доля органического вещества (в виде  $\text{CO}_2$ ), выделяемого ряской в процессе дыхания за сутки при разной температуре в расчете на 1 растение

Показатель	Температура, °C				
	13	17.1	21.4	25.5	29.1
Выделение $\text{CO}_2$ в процессе дыхания, мкг С/сут (в темноте)	0.17	0.2	0.23	0.23	0.2
То же, % от интенсивности фотосинтеза	1.3	1.6	1.9	1.9	1.6
То же, % от общей биомассы	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3

Т а б л и ц а (продолжение)

Показатель	Температура, °C				
	33.1	37.5	41.7	46.2	51.5
Выделение $\text{CO}_2$ в процессе дыхания, мкг С/сут (в темноте)	0.43	0.45	0.55	0.20	0.04
То же, % от интенсивности фотосинтеза	3.5	3.7	4.5	1.6	0.3
То же, % от общей биомассы	0.6	0.6	0.7	0.3	0.1

После выдерживания при температуре от 13 до 40 °С в течение суток ряска при 22 °С активно размножается, после 43 °С темп размножения замедляется, а при 47–50 °С растения гибнут.

По несколько растений высушивали при 105 °С и растирали в агатовой ступке. Образовавшуюся пылевидную массу взвешивали, равномерно распределяли тонким слоем на подложке-мишени и просчитывали под счетчиком Гейгера. Из этих данных производили расчет количества синтезированного органического вещества в процессе фотосинтеза и потерь в процессе дыхания (см. таблицу).

Таким образом, продукты фотосинтеза у ряски малой быстро вовлекаются в дыхательный цикл и часть их выделяется в виде свободной  $\text{CO}_2$ . За сутки 1 особью (при сухой массе 0,16 мг С) выделяется 0,2–0,55 мкг С органического вещества в виде  $\text{CO}_2$ . Наиболее интенсивно процесс дыхания осуществляется при критической температуре 41,7 °С. Максимальное количество выделенной  $\text{CO}_2$  от фотосинтеза равно 4,5%, а от общей биомассы – 0,7% углерода.

Авторы выражают благодарность Г.А. Лукиной и Т.Ф. Микряковой за предоставленную культуру ряски и консультацию по ее культивированию.

#### Л и т е р а т у р а

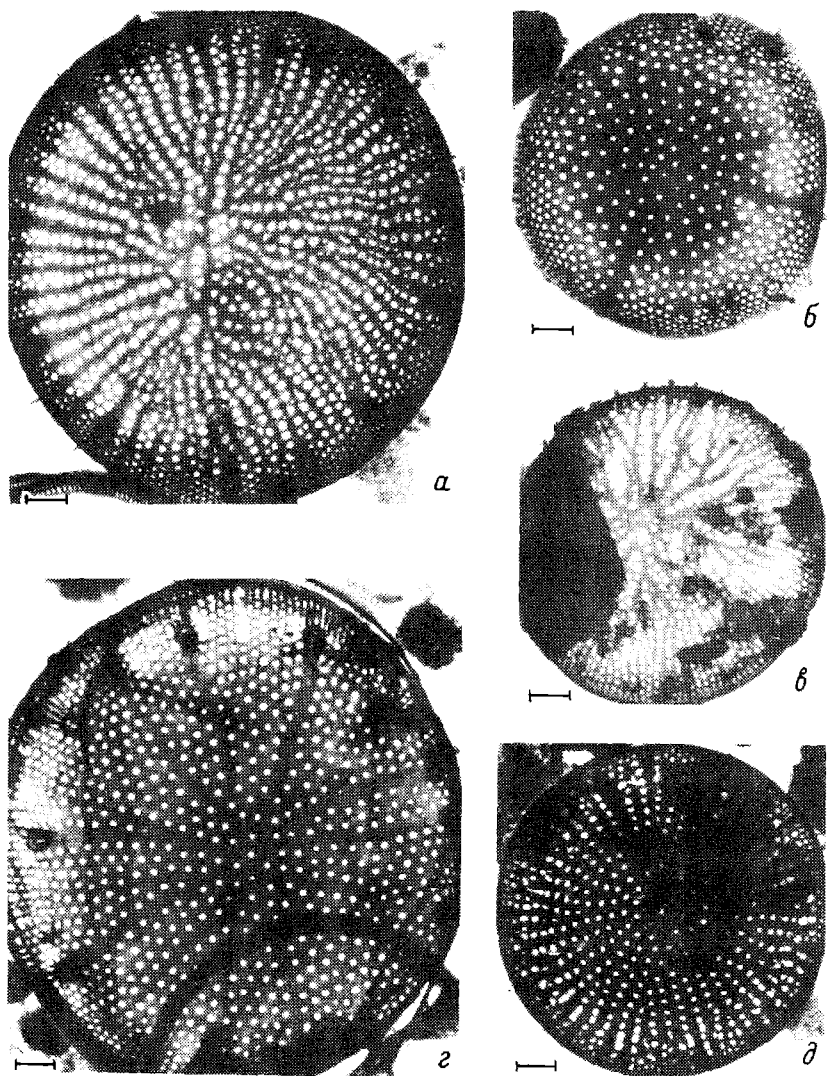
1. К у д р я в ц е в В.М. Выделение свежесинтезированного органического вещества клетками планктонных водорослей // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1973. № 18.
2. К у д р я в ц е в В.М., Р о м а н е н к о В.И. Реассимиляция углекислоты, выделяемой водорослями // Гидробиол. журн. 1972. Т. 8, № 6.
3. Л у к и н а Г.А. Культивирование рясковых в лабораторных условиях // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1976. № 31.
4. Р о м а н е н к о В.И. Скорость потери органического вещества клетками планктонных водорослей // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1971. № 9.
5. Р о м а н е н к о В.И. Политермостат для определения температурного оптимума развития бактерий // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1982. № 56.
6. Р о м а н е н к о В.И., Л а й о ш В е р е ш. Метод определения  $^{14}\text{CO}_2$  при исследовании метаболизма у гидробионтов с помощью радиоактивного углерода // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1983. № 59.
7. F o g g G.E., N a l i w a i k o C., W a t t W.D. Extracellular products of phytoplankton photosynthesis // Proc. Roy. Soc. S.B.L. 1965. Vol. 162, N 989.

С.И. Генкал

О ТЕРАТОЛОГИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ДИАТОМЕЙ  
РОДА *STEPHANODISCUS* EHR.

При изучении морфологии панциря диатомовых водорослей особый интерес вызывают тератологические клетки. По мнению некоторых исследователей [7], появление аберрантных форм в диатомовой популяции может служить хорошим критерием для оценки условий окружающей среды. Уроdlивость проявляется в нарушении симметрии структурных элементов (порядок расположения ареол и штрихов) или даже их исчезновения [5, 7]. Одни ученые [7] считают, что это обусловлено недостатком кремния, другие [6] – комбинацией этого фактора и повышенной температуры, третьи [1–3] – ненормальными условиями деления и роста. Барбер и Картер [4] на основе многолетних исследований аномальных форм среди диатомей Великобритании выявили следующие причины, вызывающие отклонения в структуре кремнеземного панциря: 1) химические аномалии, загрязнение, высокие и низкие значения pH; 2) механическое повреждение; 3) влияние паразитов: вирусов, бактерий, грибов; 4) измельчание створок в результате многочисленных делений; 5) воздействие экстремальных условий: температуры, освещенности; 6) нарушение генетического аппарата. Эти исследователи считают, что у всех видов и родов диатомей могут возникать тератологические формы, но у одних они встречаются чаще, у других – реже.

Мы попытались проанализировать имеющийся в нашем распоряжении материал по аберрантным формам *Stephanodiscus*, накопившийся в результате многолетних исследований морфологии панциря представителей этого рода с помощью методов электронной микроскопии. Встречающиеся нарушения симметрии структуры створки, на наш взгляд, можно классифицировать на следующие четыре типа. Во-первых, изменение структуры центрального поля: образование более одной розетки ареол (см. рисунок, а, в) или увеличение числа центральных подпертых выростов (см. рисунок, к). Во-вторых, нарушение структуры ареолярных штрихов: наличие однорядных, а не типичных многорядных штрихов (см. рисунок, д) или отсутствие гиалиновых участков между ареолами (см. рисунок, з). В-третьих, изменение в порядке расположения ребер: их число на створке в несколько раз уменьшается или они почти исчезают (см. рисунок, б, г), либо ребра начинают ветвиться где-то на середине створки (см. рисунок, в), или они не доходят до загиба створки, а иногда и прерываются (см. рисунок, ж, з). В-четвертых, нарушения структуры загиба створки: ареолы неодинаковой величины и формы с необычным расположением их в вертикальных и иного направления рядах (см. рисунок, ж), либо ребра продолжают с резким расширением и на загиб створки (см. рисунок, и).



Электронные микрофотографии створок диатомей.

а, в - *Stephanodiscus perforatus* Genkal et Kuzmin;  
 б, г - *S. hantzschii* Grun.; д - *S. triporus* Genkal et  
 Kuzmin; е - *S. invisitatus* Hohn et Hellerman; ж, з -  
*S. hantzschii* Grun; и - *S. species*, аукоспора; к -  
*S. perforatus* Genkal et Kuzmin. а-к - ТЭМ. Масштаб соот-  
 ветствует 1 мкм.



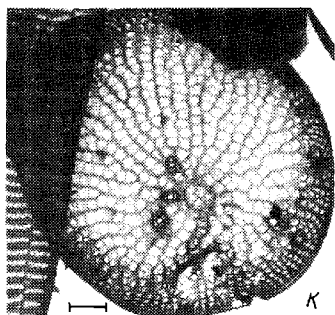
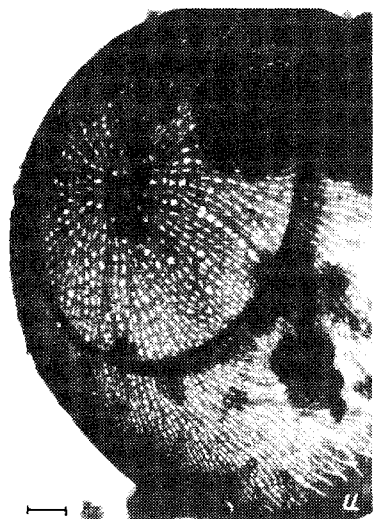
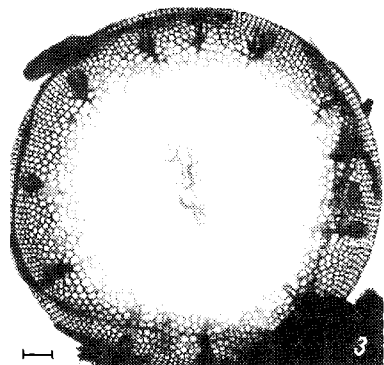
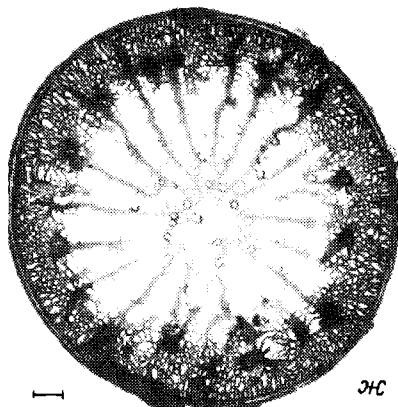
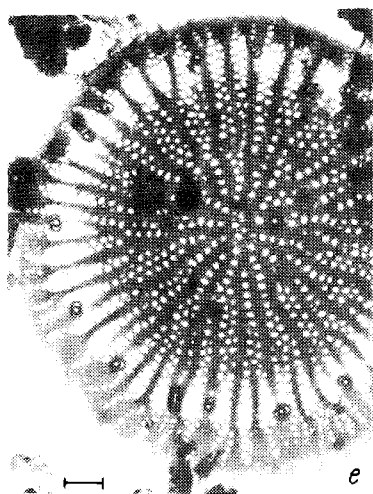


Рисунок (продолжение).

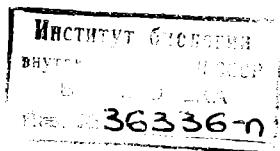
Тератологические формы появлялись как во время весенней, так и осенней вспышки развития диатомовых водорослей при температуре воды 9–18 °С, содержании кремния от 0,15 до 1 мг/л, численности популяции представителей рода *Stephanodiscus* от 4 до 2500 тыс. кл./л. Каковы же причины их появления. Если рассматривать таковые, предложенные Барбер и Картер, то, на наш взгляд, в данном случае можно принять во внимание лишь соображения ав-

торов, указанные в пунктах 4 и 6. Первую можно не учитывать, поскольку представленный материал получен по Рыбинскому водохранилищу, которое относится к водоемам мезотрофного типа [3]. На станциях отбора проб (Волжский плёс) источники промышленных и бытовых стоков отсутствуют, а значения pH в течение года находятся в пределах 7.1–7.5 [3]. Механические повреждения легко отличить от прочих, а влияние паразитов – явление, совершенно неизученное и весьма предположительное. Экстремальных значений температуры и освещенности не наблюдалось. Концентрация кремния за время наблюдений была на 1–2 порядка выше той, при которой в экспериментах с культурами диатомей начинают образовываться тератологические формы [5]. Поскольку у нас аберрантные клетки встречались как в много-, так и в малочисленных популяциях, вероятнее всего их появление было вызвано многочисленным делением или нарушением генетического аппарата. Подтверждением этого служит факт, что у представителей *Stephanodiscus* наибольшее число аномальных форм в Рыбинском водохранилище встречается среди наиболее массовых видов рода – *S. hantzschii* Grun. и *S. perforatus* Genkal et Kuzmin, достигающих численного развития соответственно до 2.7 и 1 млн. кл./л.

#### Л и т е р а т у р а

1. Прошкина-Лавренко А.И. Морфология клетки диатомовых водорослей // Диатомовый анализ. Л., 1949. Т. 1.
2. Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли планктона Азовского моря. М.; Л., 1963.
3. Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л., 1972.
4. Barber H.G., Carter J.R. Observations on some deformities found in British diatoms // Microscopy. 1981. Vol. 34, N 3.
5. Booth B., Harrison P.J. Effect of silicate limitation on valve morphology in *Thalassiosira* and *Coscinodiscus* (Bacillariophyceae) // J. Phycol. 1979. Vol. 15, N 3.
6. Jahnke J. Teratologische Valvenformen bei der marinen Planktondiatomee *Biddulphia sinensis* // Mikrokosmos. 1982. Vol. 71, N 6.
7. Schmidt A.M. The development of structure in the shells of diatoms // Nova Hedwigia. 1979. Bd 64.

Институт биологии внутренних вод АН СССР



А.И. Б а к а н о в

## БЕНТОС ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Впервые бентосная съемка Чебоксарского водохранилища была проведена в сентябре 1981 г. — первого года его существования. На данном этапе развития в количественном отношении бентос этого водоема оказался чрезвычайно богатым (табл. 1), больше, чем Горьковского и Куйбышевского водохранилищ, между которыми расположено Чебоксарское.

В 1981 г. наблюдалась вспышка численности мотыля (*Chironomus*), это дало основание предположить, что процесс формирования бентоса пойдет по I типу [1], характеризующемуся наличием „мотылевой стадии” и депрессией бентоса после ее завершения [3].

Вторая бентосная съемка проведена в сентябре 1984 г. Пробы отбирали дночерпателем „ДАК-250” и модифицированным трубчатым дночерпателем Мордухай-Болтовского (на плотных грунтах) на 61 станции. Грунт промывали через мельничный газ № 17, т. е. учитывали только организмы макрзообентоса. В таблицах 2 и 3 биомасса крупных моллюсков (дрейссена, униониды, вивипариды), не относящаяся к кормовому бентосу, приводится отдельно, причем нужно иметь в виду низкую точность ее учета обычными дночерпателями. Из полученных данных следует, что на четвертом году существования водохранилища депрессии бентоса не наблюдалось, наоборот, его биомасса несколько повысилась, впрочем, это повышение достоверно лишь на уровне значимости  $\alpha=0.1$ . Биомасса хирономид, основную часть которой составлял мотыль, действительно уменьшилась, но зато резко повысилась биомасса олигохет (преимущественно *Isochaetides newaensis* (Mich.)) и кормовых моллюсков (главным образом *Sphaeriastrum rivicola* Lam.). Чебоксарское водохранилище подвергается сильному антропогенному воздействию [4], этим можно объяснить отсутствие понижения плотности бентосных организмов после мотылевой стадии.

Поскольку статистическое распределение бентоса и отдельных его групп соответствует отрицательному биномиальному распределению, то стандартную ошибку средних (табл. 1) находили по методу Эллиотта [5]; для моллюсков, вариационный ряд которых содержит много нулей, этот метод неприменим.

Чебоксарское водохранилище предложено делить на три участка [4]: верхний — от Горьковского водохранилища до устья р. Оки, средний — от устья р. Оки до устья р. Суры и нижний — до плотины. Бентос этих участков различается (табл. 2). На всех типах грунтов он достаточно богат, но наибольшая биомасса отмечена на сером иле (табл. 3). На затопленной почве преобладают гаммариды.

По оценке макроагрегированности бентоса с помощью информационного индекса агрегированности установлено, что у моллюсков

Т а б л и ц а 1

Средняя биомасса бентоса Чебоксарского водохранилища в разные годы

Организмы	$\bar{X}$	$\bar{X}$ , %	$S_{\bar{X}}$	$CV$	A	$S_A$	p	D
<u>1981 г.</u>								
Хирономиды	9.9	49.0	$\frac{+2.9}{-2.2}$	1.30	0.44	0.03	96.3	68.1
Олигохеты	4.8	23.8	$\frac{+1.4}{-1.1}$	1.65	0.55	0.06	83.8	44.5
Моллюски кормовые	3.6	17.8	$\frac{+1.4}{-1.4}$	3.34	1.02	0.20	21.3	19.4
Общий бентос	20.2	100	$\frac{+3.8}{-3.2}$	0.95	0.40	0.02	98.8	-
<u>1984 г.</u>								
Хирономиды	3.7	11.4	$\frac{+1.2}{-0.9}$	1.64	0.54	0.07	83.6	30.9
Олигохеты	13.2	40.4	$\frac{+2.5}{-2.1}$	1.09	0.41	0.02	100	63.6
Моллюски кормовые	11.9	36.5	$\frac{+3.6}{-3.6}$	2.95	1.21	0.28	47.5	41.6
Общий бентос	32.6	100	$\frac{+6.3}{-5.3}$	1.29	0.57	0.05	100	-

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2, 3:  $\bar{X}$  – биомасса бентоса, г/м<sup>2</sup>;  $\bar{X}$ , % – то же, % от биомассы общего бентоса;  $S_{\bar{X}}$  – стандартная ошибка биомассы;  $CV$  – коэффициент вариации; A – информационный индекс агрегированности, проба/бит.;  $S_A$  – его стандартная ошибка; p – встречаемость, %; D – индекс доминирования, %.

Т а б л и ц а 2

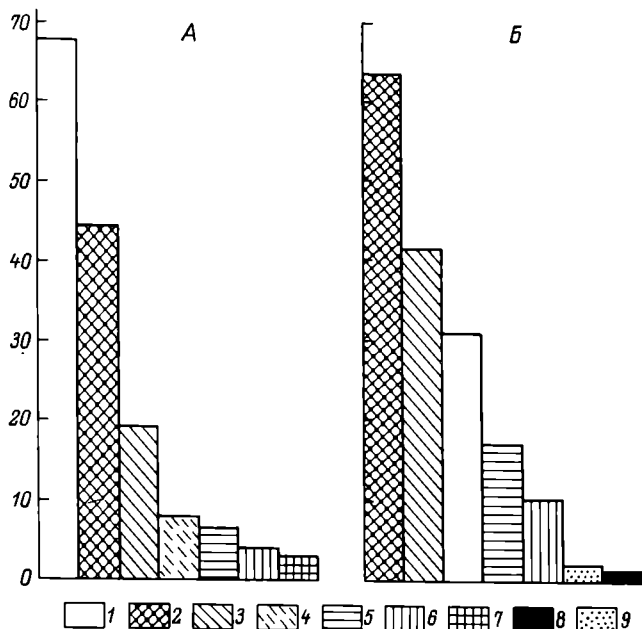
Биомасса бентоса различных участков

Организмы	Верхний		Средний		Нижний		Р. Ока	
	$\bar{X}$	$\bar{X}, \%$	$\bar{X}$	$\bar{X}, \%$	$\bar{X}$	$\bar{X}, \%$	$\bar{X}$	$\bar{X}, \%$
Хирономиды	0.1	25.0	3.6	12.2	4.5	14.5	0.1	0.1
Олигохеты	0.3	75.0	17.0	57.8	11.9	38.3	3.7	3.8
Моллюски кормовые	-	-	5.1	17.3	12.8	41.2	76.0	78.3
Прочие	-	-	3.7	12.7	1.9	6.0	17.3	17.8
Общий бентос	0.4	100	29.4	100	31.1	100	97.1	100
Моллюски крупные	-	-	1087	-	431	-	715	-

Т а б л и ц а 3

Биомасса бентоса на различных грунтах

Организмы	Песок		Закисленный песок		Серый ил		Затопленная почва	
	$\bar{X}$	$\bar{X}, \%$	$\bar{X}$	$\bar{X}, \%$	$\bar{X}$	$\bar{X}, \%$	$\bar{X}$	$\bar{X}, \%$
Хирономиды	2.6	9.9	2.6	7.3	7.6	15.6	4.5	20.0
Олигохеты	8.5	32.2	27.7	78.6	12.9	26.5	8.2	35.9
Моллюски кормовые	11.7	44.3	3.6	10.1	25.3	52.1	0.7	3.3
Прочие	3.6	13.6	1.4	4.0	2.8	5.8	9.3	40.8
Общий бентос	26.5	100	35.2	100	48.6	100	22.7	100
Моллюски крупные	252	-	476	-	451	-	2152	-



Изменение характера доминирования в сообществе бентоса.

А - 1981 г.; Б - 1984 г. 1 - Chironomidae; 2 - Oligochaeta; 3 - Mollusca; 4 - Chaoboridae; 5 - Gammaridae; 6 - Hirudinea; 7 - Ceratopogonidae; 8 - Asellidae; 9 - прочие организмы. По оси ординат - индекс доминирования, %; по оси абсцисс - группы бентосных организмов.

она достоверно выше, чем у прочих групп. В 1984 г. бентос в целом был более агрегирован, чем в 1981 г. (табл. 1).

Доминирование отдельных групп оценивалось по модифицированному индексу  $D = \sqrt{pB}$ , где  $p$  - встречаемость, %,  $B$  - биомасса, % [2]. Характер доминирования отдельных групп изменился (см. рисунок), но общая его структура, оцениваемая коэффициентом вариации индексов доминирования, коррелирующим с „показателем концентрации“, [6] осталась неизменной, в 1981 г.  $CV = 1.70 \pm 0.3$ , в 1984 г.  $CV = 1.66 \pm 0.3$ .

### Л и т е р а т у р а

1. Б а к а н о в А.И. Количественное развитие зообентоса в водохранилищах Советского Союза / ИБВВ АН СССР. Борок, 1985. 84 с. Деп. в ВИНТИ 05.05.85, № 2968.
2. З е н к е в и ч Л.А., Б р о ц к а я В.А. Материалы по экологии руководящих форм бентоса Баренцева моря // Учен. записки МГУ. Зоология, 1937. Вып. 13, № 3.

3. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Особенности процесса первоначального формирования бентоса в волжских водохранилищах // Тр. Всесоюз. совещ. по биол. основам рыбохозяйственного освоения водохранилищ. М.; Л., 1961.
4. Фауна реки Волги в зоне затопления Чебоксарской ГЭС. Казань, 1980.
5. Elliott J.M. Some methods for the statistical analysis of samples of the benthic invertebrates// Freshwater Biol. Assoc. Sci. Publ. 1977. N 25.
6. Simpson E.H. Measurement of diversity // Nature. 1949. Vol. 163, N 4148.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

УДК 595.771

Б.К. Минсарина

ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ *CHIRONOMUS PLUMOSUS* L.  
И *CH. BEHNINGI* GOETGH.  
В КАПЧАГАЙСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ  
(DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

Изучение зообентоса Капчагайского водохранилища (Алма-Атинская область) начато с первых лет существования водоема. Пробы бентоса собирали с 1971 по 1983 г. по сетке станций с разной периодичностью дночерпателем Петерсена с площадью захвата  $1/40 \text{ м}^2$ . Собрано и обработано более 1500 проб.

В исследованном водоеме в первый год его наполнения в донном населении доминировал *Chironomus plumosus*, биомасса которого достигала  $2.2 \text{ г/м}^2$ . С 1976 г. отмечено постепенное вытеснение его другим видом — *Ch. behningi* [2]. *Ch. plumosus* в настоящее время встречается по левобережью на глубине до 5 м, на основной площади водоема он малочислен.

Длительность развития разных возрастных стадий названных видов определялась выращиванием их из кладок до имаго [3]. Каждая стадия характеризовалась определенными неперекрывающимися размерами головной капсулы, что позволяет надежно выявлять стадии по этому показателю:

	I	II	III	IV
<i>Ch. plumosus</i>	105-120	330-375	420-630	730-1010
<i>Ch. behningi</i>	110-130	220-272	435-500	830-1114

Установлено, что для завершения развития одного поколения *Ch. plumosus* потребовалось 890 градусо-дней (без учета пороговой температуры), *Ch. behningi* — 1506.7 (см. таблицу).

Температурные условия, определяющие продолжительность развития *Chironomus plumosus* (1) и *Ch. behningi* (2) на разных стадиях

Стадия развития	Средняя температура, °C		Продолжительность развития, сут		Сумма градусо-дней	
	1	2	1	2	1	2
Эмбрион	21.0	16.8	4	4	84.0	67.2
Личинка:						
I возраста	21.2	17.5	5	6	106.0	105.0
II возраста	21.5	17.0	6	9	129.0	153.0
III возраста	21.7	19.0	7	16	151.9	304.0
IV возраста	22.0	19.5	17	43	374.0	838.5
Куколка	23.0	19.5	2	2	46.0	39.0
И т о г о			41	80	890.9	1506.7

Для выяснения возможного числа генераций проведен анализ динамики численности и биомассы личинок в местах их массового развития, с учетом так называемого „правила суммы тепла“ [1].

В бентосе мелководий водохранилища в 1971 г. в конце мая численность личинок *Ch. plumosus* была минимальной (рис. 1). В основном это были предкуколки, длина тела которых достигала 20–22 мм, со средней индивидуальной массой 23–26 мг. Одновременно наблюдался вылет имаго. В начале июня количество личинок увеличивалось в 5 раз, а индивидуальная их масса не превышала 2 мг – особи первой генерации данного года. В течение июня отмечалось увеличение массы личинок. В июле в пробах появились куколки. Следовательно, к этому времени завершился цикл развития первой генерации, для которой потребовалось 910 градусо-дней, что близко к данным, полученным в эксперименте.

В первой декаде августа отмечалось очередное увеличение числа личинок. В течение месяца масса тела их нарастала, а численность снижалась.

В сентябре наблюдался вылет имаго – результат завершения развития второй генерации. В сентябре–октябре в пробах бентоса попадались личинки III и IV возраста (особи третьей генерации).

На глубоководных участках водохранилища (от 16 до 20 м) снижение численности *Ch. plumosus* происходило в течение мая и первой декады июня. В это время в пробах встречались куколки. Второй спад численности в результате вылета имаго приходился на первую декаду августа. Продолжительность развития генерации составила 60 дн или около 950 градусо-дней. В начале сентября численность личинок вновь возрастала (особи второй генерации).

Таким образом, в Капчагайском водохранилище в течение года на основной акватории *Ch. plumosus* имеет три, на глубоководных участках две генерации в год.



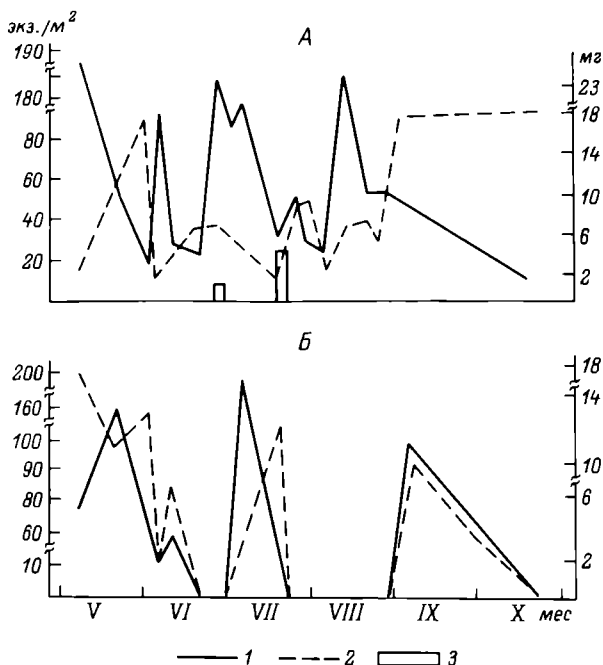


Рис. 1. Динамика численности (1) и средней индивидуальной массы (2) личинок *Chironomus plumosus* на глубине 1-5 м (А) и 20 м (Б) Капчагайского водохранилища в 1971 г. 3 - куколки, экз./м<sup>2</sup>.

*Ch. behningi* в течение вегетационного периода 1977 г. на центральном участке водохранилища в значительном количестве встречался на сером иле на глубинах 5-10 и 18-20 м, где составлял соответственно 60,8 и 86 % от общих значений биомассы бентоса.

На глубине до 10 м отмечались три пика численности и биомассы личинок (рис. 2, А). Первый пик наблюдался в середине мая. В пробах присутствовали крупные личинки 1У возраста, длина тела которых достигала 28-30 мм, со средней индивидуальной массой 80-100 мг. В конце мая-начале июня численность личинок резко снизилась, в пробах были обнаружены куколки. В это время зарегистрировали вылет комаров. Второй пик отмечался в середине августа. Все личинки были 1У возраста, имелись и куколки, т. е. развитие длилось с середины июня до конца августа, сумма температур за это время составила 1569 градусо-дней. В сентябре популяция полностью была представлена личинками младших возрастов нового поколения. В октябре наблюдался третий пик, где особи 1У возраста составляли всего 18 % от общей численности.

В профундали водохранилища у данного вида отмечалось два пика численности и биомассы - во второй декаде июля и середине сентября.

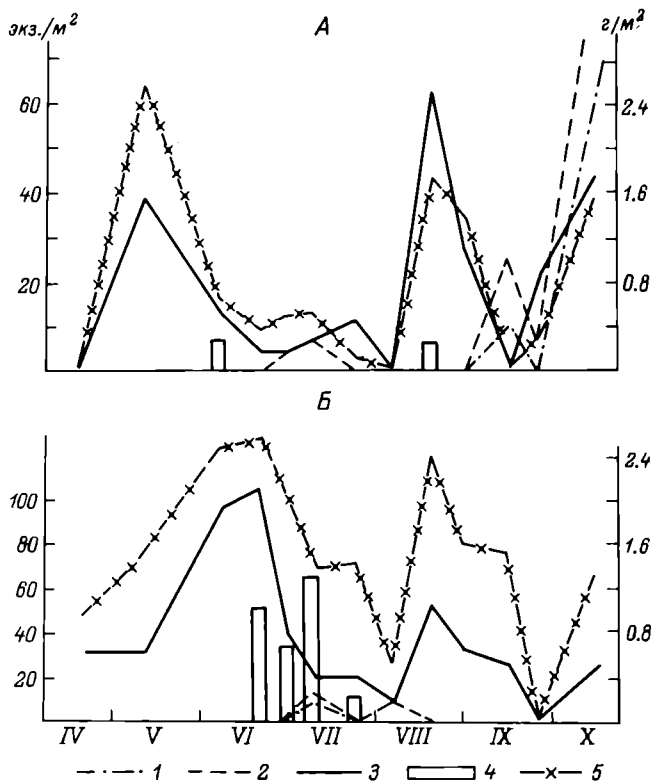


Рис. 2. Динамика численности возрастного состава и биомассы *Chironomus behringi* на глубине 5-10 м (А) и 20 м (Б) Капчагайского водохранилища в 1977 г.

1 - личинки II возраста; 2 - личинки III возраста; 3 - личинки IV возраста; 4 - куколки; 5 - биомасса.

Куколки присутствовали со второй половины июня до конца июля. Одновременно зафиксировали увеличение комаров в энтомологических сборах. Во второй половине июля в бентосе встречались личинки II и III возрастов. Цикл своего развития это поколение завершит на следующий год. Следовательно, на глубине до 10 м у *Ch. behringi* выявлены две, на глубоководных участках - одна генерация в год.

Сравнение числа генераций у изученных видов на одних и тех же участках водоема показало, что, во-первых, длительность развития крупных личинок (*Ch. behringi*) дольше, чем мелких (*Ch. plumosus*), хотя имеются и исключения из этого правила [1], во-вторых, у изученных видов в профундали водохранилища количество генераций меньше, чем в литорали. Это находится в прямой зависимости от температурного режима. В данном водоеме разница

температур поверхностных и придонных слоев на глубоководье доходит до 10 °С. Согласно правилу сумм температур, при более низких значениях этого показателя продолжительность развития личинок соответственно возрастает.

### Л и т е р а т у р а

1. К о н с т а н т и н о в А.С. Биология хирономид и их разведение // Тр. Саратов. отд-ния НИИ озер и реч. рыб. хоз-ва. 1959. Т. 5.
2. М и н с а р и н о в а Б.К. О количественном развитии макрозообентоса Капчагайского водохранилища в 1976-1979 гг. // Изучение зоопродукторов в водоемах бассейна реки Или, Алма-Ата, 1983.
3. Ш и л о в а А.И. Хирономиды Рыбинского водохранилища. Л., 1976.

Казахский государственный университет  
им. С.М. Кирова

---

УДК 595.31 : 577.95

Р.Я. Б р а т ч и к, О.В. К у л а к о в а

### ДОРЗОМЕДИАЛЬНОЕ ВООРУЖЕНИЕ ТУЛОВИЩА *Eocyclus orientalis* Daday (CRUSTACEA, CONCHOSTRACA)

Использование дорзомедиального вооружения в систематике листоногих раков [2] обуславливает необходимость изучения внутривидовой изменчивости этого признака, чему и посвящена данная работа.

М а т е р и а л: половозрелые самцы и самки *Eocyclus orientalis* Daday из 7 популяций территории Советского Союза: Ростовская обл., г. Кагальник, рыбзавод „Взморье” - 120 экз.; Краснодарский край, г. Горячий Ключ, рыбзавод - 50 экз., г. Приморско-Ахтарск, рыбзавод - 88 экз.; Каракалп. АССР, УзССР, Караузякский район, совхоз Маданият, рисовые чеки - 61 экз., окрестности г. Нукуса - 4 экз. (коллекция Зоол. музея АН СССР, Ленинград, № 122); АзССР, Сабирабадский район, пос. Покровка, канал им. Шаумяна - 7 экз. (коллекция Зоол. ин-та АН СССР, Ленинград, № 144-96).

Дорзомедиальное вооружение *E. orientalis* представляет собой совокупность шипов и щетинок, расположенных на дорзальной поверхности трункальных сегментов (рис. 1, А, Б, В); вооружены

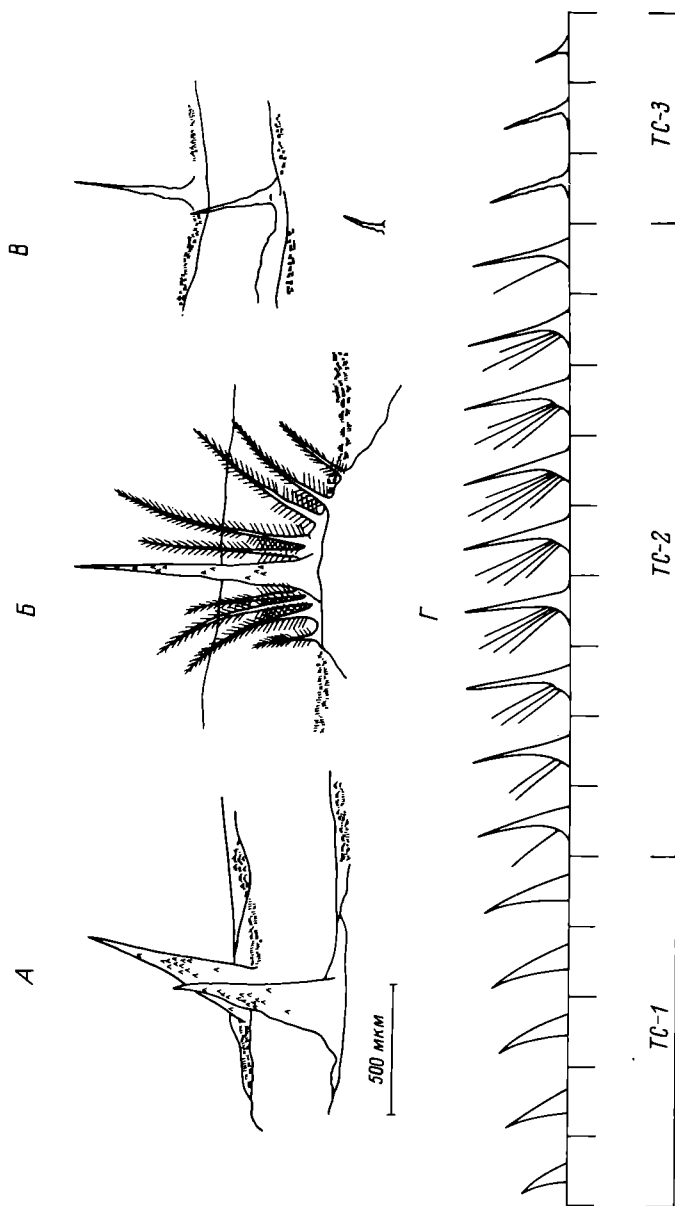


Рис. 1. Дорзомедиальное вооружение трупкальных сегментов *Eosyzicus orientalis*.

А – шипы сегментов TC-1; Б – шип и щетинки сегмента TC-2; В – шипы сегментов TC-3; Γ – схема расположения сегментов и их вооружения.

Количество трупкальных вооруженных сегментов у  
*Eosyzicus orientalis*

Сегмент	Пол	$\bar{X}$	$M_x$	$\sigma$	$K_v$
ТС-1	Самцы	6.6	0.1	0.9	0.14
	Самки	6.2	0.1	1.1	0.17
ТС-2	Самцы	5.2	0.1	1.3	0.25
	Самки	5.9	0.1	1.1	0.19
ТС-3	Самцы	3.5	0.1	1.1	0.30
	Самки	3.2	0.1	1.0	0.31

П р и м е ч а н и е.  $\bar{X}$  – среднее арифметическое,  $M_x$  – ошибка средней,  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение,  $K_v$  – коэффициент вариации.

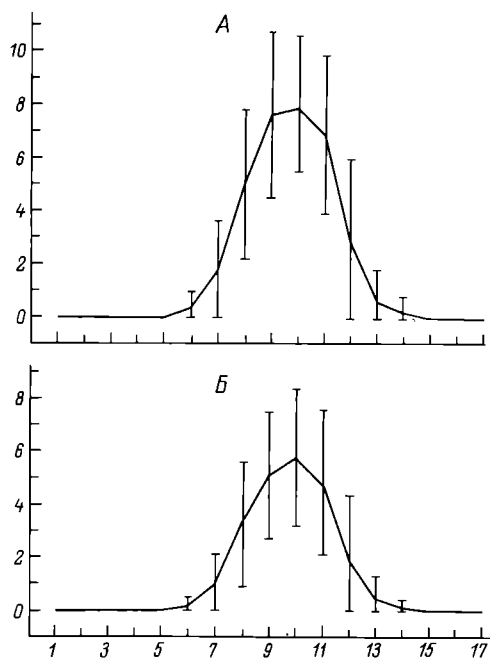


Рис. 2. Количество латеральных щетинок дорзомедиального вооружения туловища *Eosyzicus orientalis* на различных сегментах.

А – самки; Б – самцы. Вертикальные линии – значения квадратичных отклонений. По оси ординат – количество щетинок; по оси абсцисс – номер сегмента.

только 14-17 задних сегментов, разделенных нами на три группы (рис. 1, Г; см. таблицу).

Сегменты ТС-1 прилегают к тельсону, несут по одному, хорошо развитому шипу, покрытому мелкими зубчиками (рис. 1, А). Иногда шипы могут быть вильчатыми [1], в отдельных случаях шипы на сегментах отсутствуют. Количество сегментов ТС-1 варьирует в пределах 2-8. Сегменты ТС-2, располагающиеся следом за ТС-1 в направлении к головному концу, имеют по одному медиальному шипу и несколько латеральных щетинок (рис. 1, Б). Количество сегментов ТС-2 изменяется от 1 до 10. Количество латеральных щетинок на ТС-2 варьирует в широких пределах - от 1 до 16 на обеих сторонах от медиального шипа (рис. 2). Сегменты ТС-3 вооружены одиночными, прогрессивно редуцирующимися шипами (рис. 1, В). Количество сегментов изменяется от 1 до 6.

Некоторые крайние варианты настолько уклоняются от среднего, что при небольшой выборке могут быть восприняты как признаки самостоятельных таксонов. Например, рачок из рисовых чеков (Ка-ракалп. АССР) имел вооружение, состоящее из одиночных шипов на 10 задних сегментах, ТС-2 состояла из 1 сегмента с 1 латеральной щетинкой:

1

1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, а экземпляр из  
0

Ахтарского рыбзавода имел вооружение

0 0 1 1 1 5 6 4 4 2

1, V, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, где  
1 1 1 1 3 4 8 4 4 0

- вильчатый шип.

В целом распределение дорзомедиального вооружения у *E. orientalis* по сегментам туловища характеризуется четко выраженной структурированностью, выражающейся в наличии трех групп сегментов, но имеющих высокий уровень вариабельности.

## Л и т е р а т у р а

1. Б р а т ч и к Р.Я. Некоторые аномалии внешнего строения *Eocyzicus orientalis* Daday (Crustacea, Conchostraca) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1984. № 64.
2. D a d a y D e e s E. de. Monographie systematique des Phyllopo des Conchostraces // Ann. sci. natur. Zool. et biol. anim. Ser. 9. 1914. T. 20.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

И.А. Скальская

# НАИДИДЫ (NAIDIDAE, OLIGOSCHAEТА) В ЗООПЕРИФИТОНЕ ПРИБРЕЖЬЯ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Наидиды обитают преимущественно в зарослях макрофитов и перифитоне разнообразных водоемов и составляют существенный компонент населения этих биотопов [1, 2, 4].

В перифитоне Рыбинского водохранилища наидиды присутствуют постоянно и нередко численно преобладают над остальными беспозвоночными. В ранее опубликованной работе [3] описана методика исследований и приведен список видов наидид перифитона этого водоема. В настоящей статье по материалам 1977–1982 гг. рассматривается изменение состава и обилия наидид в зооперифитоне на предметных стеклах, экспонировавшихся в вертикальном положении на разных участках прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. Всего было обнаружено 9 видов, из которых доминировали *Nais barbata* Müll., *Ripistes parasita* O. Schm, *Stylaria lacustris* L.

Основная пища мирных наидид – мелкий детрит и водоросли, которых они собирают непосредственно на субстрате. Лишь живущий в особых трубках-домиках *Ripistes parasita* добывает пищу из толщи воды [5]. Обычно численность наидид заметно увеличивалась примерно через месяц от начала экспонирования субстрата после развития на них водорослей.

На защищенных непроточных участках содержание животных не превышало 20 тыс. экз./м<sup>2</sup> при биомассе 1 г/м<sup>2</sup>. Эти показатели возрастали в перифитоне приустьевых участков р. Шуморовки, где обрастания вообще богаче и обильнее, чем на других участках. В отдельные периоды количество наидид превышало 50 тыс. экз./м<sup>2</sup> при биомассе 2,5 г/м<sup>2</sup> (рис. 1).

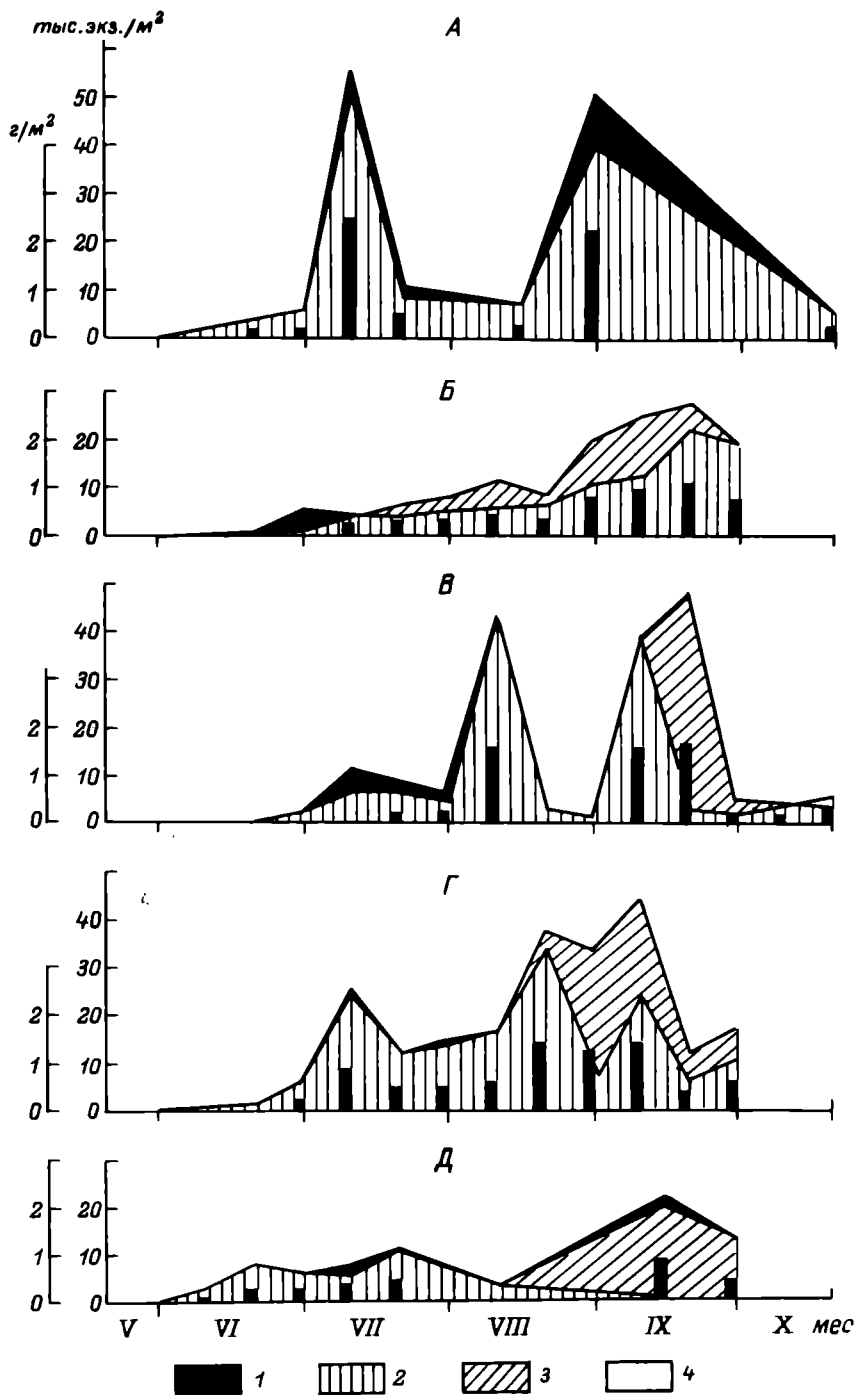
Почти ежегодно в августе–сентябре в обрастаниях появляются и достигают высокой численности *R. parasita*.

В открытом прибрежье численность наидид в перифитоне редко поднималась больше 40 тыс. экз./м<sup>2</sup>, в основном же она колебалась между 10–30 тыс. экз./м<sup>2</sup> (рис. 2). Иногда они полностью выпадали из состава сообщества, как это наблюдалось в августе–сентябре 1980 г. В этот период отмечалось доминирование гидр, численность и биомасса которых соответственно составляли 94,6

---

Рис. 1. Биомасса и численность наидид в перифитоне приустьевых участков р. Шуморовки в разные годы.

А–Д – 1978–1982 гг. 1 – *Stylaria lacustris*; 2 – *Nais barbata*; 3 – *Ripistes parasita*; 4 – прочие.





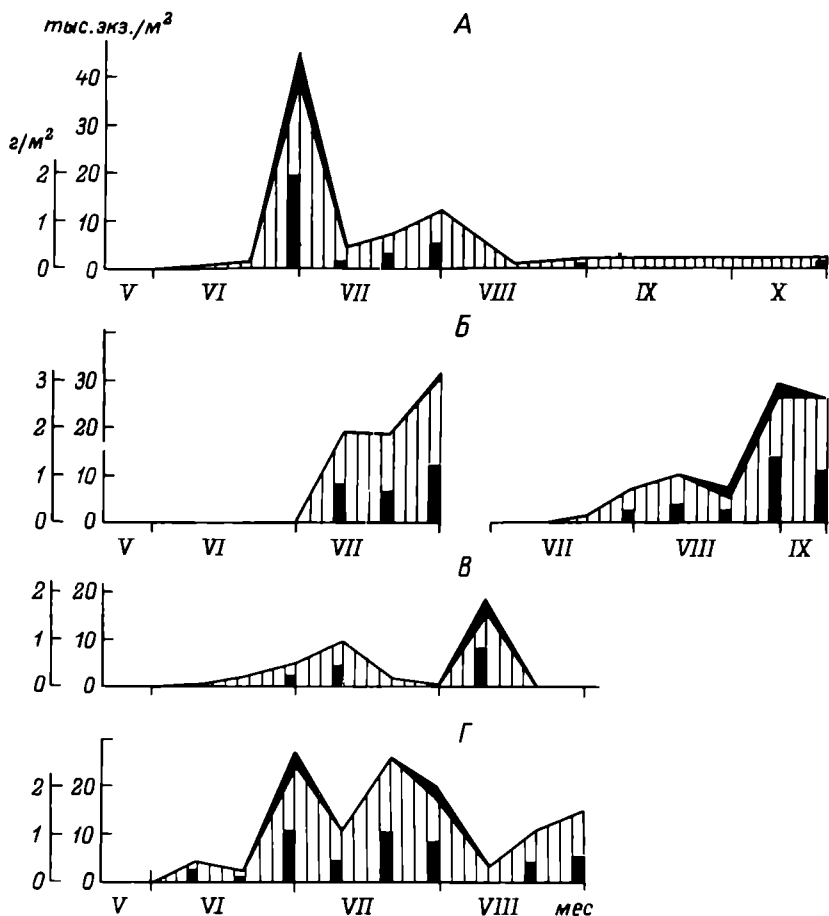


Рис. 2. Биомасса и численность наидид в перифитоне открытого побережья в разные годы.

А-Г - 1978-1981 гг. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

и 91,8% от общего содержания животных. Возможно, наидиды оказались жертвой гидр. В отличие от защищенного побережья *R. parasita* встречались здесь в небольшом количестве, по всей вероятности, из-за волнения воды, затруднявшего червям фильтрацию пищи.

Таким образом, наиболее благоприятные условия для развития наидид создавались на слабопроточных приустьевых участках р. Шуморовки, где перифитон в целом богаче, чем на других станциях. В открытом побережье доминантный состав их беднее, а численность меньше, чем в закрытом побережье.

1. Г у б а н о в а И.Ф., Д е м и д о в а В.И., Г о р е л и к о в а Н.М. Эпифауна затопленной древесины Камских водохранилищ // Учен. зап. Перм. ун-та им. М. Горького. 1975. № 338.
2. Д ы г а А.К., Л у б я н о в И.П. Качественный состав и количественное развитие олигохет в составе биологических обрастаний гидросооружений на Днепровском водохранилище // Экспериментальная гидробиология. Днепропетровск, 1968.
3. С к а л ь с к а я И.А. Видовое разнообразие и сукцессия зооперифитона в прибрежье Рыбинского водохранилища // Экология водных организмов верхневолжских водохранилищ. Л., 1982.
4. С о к о л о в а Н.Ю. Фауна двух потоков – водопроводного канала и реки // Тр. ВГБО. 1963. Т. 14.
5. Ч е к а н о в с к а я О.В. Водные малощетинковые черви фауны СССР. М.; Л., 1962.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

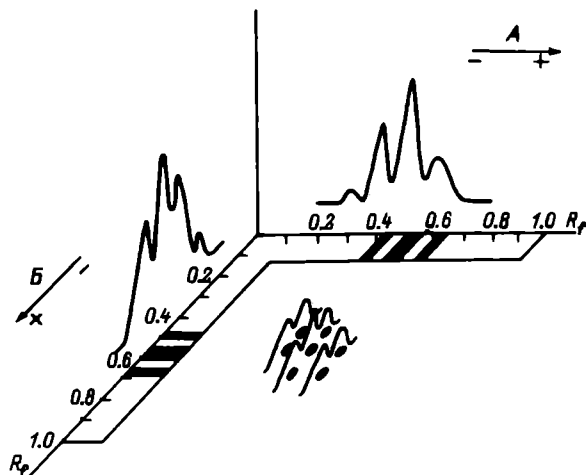
УДК 597.442-111.2 + 597-1.05

А.М. А н д р е е в а

# О СТРУКТУРЕ ГЕМОГЛОБИНА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА ACIPENSERIDAE

Гемоглобины – белки, состоящие из глобина и связанного с ним нековалентно ферропротопорфирина (гема) – широко распространены в животном мире, где все их разнообразие в основном образует ряд от мономеров до октамеров [1, 4]. Гемоглобины позвоночных животных представлены тетрамерами [1]. Логично предположить, что и гемоглобины осетровых рыб построены по общему для позвоночных плану. С помощью электрофоретических, хроматографических и других методов выявлена гетерогенность гемоглобина у рыб [2, 3]. Целью настоящей работы было выяснить, все ли компоненты гемоглобина, на которые он делится при диск-электрофорезе, являются тетрамерами.

Исследование выполнено на 4 видах осетровых рыб: белуге (*Huso huso* L.), русском осетре (*Acipenser güldenstadtii* Br.), севрюге (*A. stellatus* P.) и стерляди (*A. ruthenus* L.). Отлов осетровых проводили под Волгоградом. Методика получения чистого гемоглобина описана ранее [2]. Определение молекулярной массы субъединиц гемоглобина проводили в присутствии додецилсульфата натрия (ДСН) по методу Вебера и Осборна [5], димеров гемоглобина – с помощью градиентного электрофореза (4–30%) в присутствии 8М мочевины и хроматографии на колонке с сефадексом G=100 в 2М NaCl, нативных молекул – в градиенте концент-



Двухмерный электрофорез гемоглобина стерляди.

А – электрофорез в изопористом геле; Б – то же в градиентном геле. Стрелками указано направление электрофореза.

рации (4–30%) полиакриламидного геля (ПААГ) в неденатурирующих условиях. Для точного анализа числа компонентов гемоглобина проводили двухмерный электрофорез, первое направление которого соответствовало электрофорезу в изопористом геле, второе – электрофорезу в градиентном геле. Электрофорез в первом направлении проводили в трубочках. Гель извлекали из трубочек и с помощью специального приспособления разрезали на продольные полоски шириной 1,3 мм. Среднюю полоску заполимеризовывали в градиентный гель и проводили электрофорез во втором направлении. Между изопористым и градиентным гелями предварительно наносили прослойку толщиной 1 мм из 10%-ного ПААГ, с pH 6.7 (для концентрирования белковых полос).

Чтобы выяснить, все ли компоненты гемоглобина, на которые он делится в диск-электрофорезе, тетрамеры, необходимо предварительно установить, представляют ли эти компоненты индивидуальные белки, или же содержат в своем составе несколько различных белков. Применение двухмерного электрофореза позволило показать, что фракции гемоглобина, выявляемые в изопористом геле, неоднородны и в градиентном геле их удается разделить на ряд компонентов с различными молекулярными массами. Иными словами, каждая фракция гемоглобина в изопористом геле представлена несколькими компонентами с одинаковыми зарядами, но с различными молекулярными массами. Так, фракция гемоглобина стерляди, имеющая в диск-электрофорезе относительную подвижность ( $R_f=0.45$ ), в градиентном ПААГ делится на 2 компонента, фракция с  $R_f=0.53$  – на 3 компонента, фракция с  $R_f=0.63$  – на 2 компонента (см. рису-

нок). Общее же число фракций гемоглобина на градиентном геле не превышает таковое на изопористом геле.

Чтобы выяснить, сколько субъединиц входит в состав молекулы гемоглобина, необходимо определить молекулярную массу его в неденатурирующих и денатурирующих условиях. В неденатурирующих условиях молекулярная масса для самой подвижной мажорной фракции гемоглобина составила 65 000, для самой „тяжелой” – 77 000 (у стерляди – 79 000). При обработке элюата каждой мажорной фракции гемоглобина детергентом в среде восстановителя происходит распад молекул на субъединицы с молекулярными массами 16,5–18 тыс. для стерляди, 15–17 тыс. – для русского осетра, 17–18 тыс. – для белуги и севрюги, что, очевидно, соответствует мономерам. Сопоставляя данные градиентного и ДСН-электрофорезов, можно предположить, что мажорные компоненты гемоглобина представляют собой тетрамеры. При обработке гемоглобина 8М мочевиной и 0.1% ДСН образуется смесь мономеров и димеров. В 8М мочеvine молекулы гемоглобина диссоциируют на димеры с молекулярной массой 33–35 тыс. То же происходит и в среде 2 М  $\text{NaCl}$ .

Таким образом, степень гетерогенности гемоглобина осетровых по заряду сопоставима с таковой по молекулярной массе. Каждая фракция гемоглобина в изопористом геле в своем составе имеет несколько компонентов с одинаковым зарядом и различными молекулярными массами, а каждая фракция гемоглобина в градиентном геле содержит несколько компонентов с одинаковой молекулярной массой и различными зарядами.

Молекулы гемоглобина мажорных фракций представляют собой тетрамеры. Связи между субъединицами в тетрамере нековалентные. Между субъединицами в димере они прочнее, чем между димерами.

## Л и т е р а т у р а

1. И р ж а к Л.И. Гемоглобины и их свойства. М., 1975.
2. Л у к ъ я н е н к о В.И., Г е р а с к и н П.П. Новые данные о фракционном составе гемоглобина у хрящевых ганоидов // Докл. АН СССР. 1969. Т. 185, № 5.
3. Л у к ъ я н е н к о В.И., Г е р а с к и н П.П., Л у к ъ я н е н к о В.В. Особенности фракционного состава гемоглобина у разных по высоте организации групп рыб // Вопросы эволюционной физиологии. Л., 1982.
4. W a x m a n L. The Hemoglobin of *Arenicola cristata* // J. Biol. Chem. 1971. Vol. 246, N 23.
5. W e b e r K., O s b o r n M. The reability of Molecular Weight Determinations by Dodecylsulfate polyacrylamide Gel Electrophoresis // J. Biol. Chem. 1969. Vol. 244, N 16.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

М.И. Б а з а р о в, С.В. К о з л о в с к и й

О ВЕРТИКАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТЮЛЬКИ  
В КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

В настоящее время суточные вертикальные миграции пресноводных рыб в отличие от морских изучены недостаточно полно. Одна из причин – методические трудности применения гидроакустических приборов в сравнительно мелководных внутренних водоемах.

В 1980–1982 гг. на Куйбышевском водохранилище нами изучалось вертикальное распределение тюльки (*Clupeonella delicatula caspia* (Svetov.) с помощью гидролокатора „Леш“, особенности работы с которым рассмотрены ранее [4]. Параллельно с работой эхолота проводили траловый лов в пелагиали и сетный лов на пойменных участках водоема. Основной материал был собран в Черемшанском заливе и в приплотинном плёсе Куйбышевского водохранилища. На пяти суточных станциях было проделано более 50 тралений разноглубинным тралом с прищельным тралением, т. е. по горизонтам, определенным с помощью гидролокатора.

Суточную динамику вертикального распределения тюльки изучали только на относительно глубоководных участках с глубинами от 6 до 20 м.

Судя по данным траловых и сетных уловов (рис. 1), в штиль и при слабом волнении в ранние утренние часы рыба концентрируется в самых верхних слоях воды и эхолотом почти не регистрируется, так как находится в „мертвой зоне“ действия прибора.

К полудню скопления тюльки несколько опускаются и обнаруживаются на глубине до 6 м. Обычно дневные скопления держатся в сравнительно узком слое воды, занимая по вертикали 2–4 м. В скоплениях рыба держится небольшими стайками. Мелкие особи концентрируются в поверхностных горизонтах, на глубине встречаются в основном крупные рыбы (см. таблицу). При продолжительных сильных ветрах, когда образуются высокие волны, скопления тюльки наблюдаются в более глубоких горизонтах. В шторм днем рыба рассредоточивается почти равномерно на глубинах от 4–6 до 10–12 м.

К вечеру, перед заходом солнца, рыба поднимается к самой поверхности, где держится весь сумеречный период. С наступлением темноты характер распределения рыб меняется. Стаи распадаются, при этом значительная часть тюльки вновь опускается до глубины 10 м. На участках с глубинами 6–7 м она опускается до дна, в более глубоких местах – до средних слоев. Крупные особи мигрируют в более глубокие слои.

Скорость изменения вертикального распределения рыб четко согласуется с таковой суточной освещенности. Вечерний распад стай и переход скоплений в дисперсное состояние происходит при уменьшении освещенности на поверхности воды до 5–20 лк. При таких же величинах происходит и утреннее перераспределение рыб.

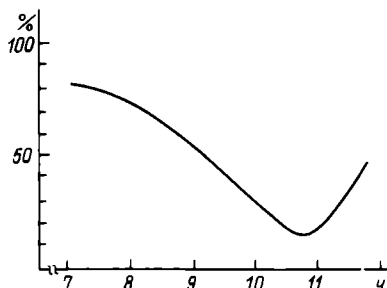


Рис. 1. Изменение доли тюльки в уловах в поверхностном слое воды (лето, Черемшанский залив).

По оси ординат — количество рыб в улове; по оси абсцисс — время суток.

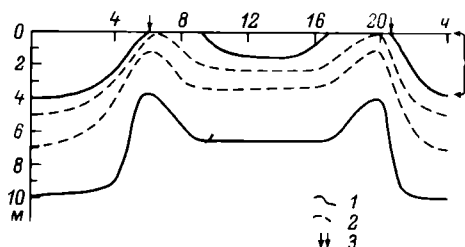


Рис. 2. Схема суточного вертикального распределения тюльки.

1 — верхняя и нижняя граница скоплений; 2 — зона наибольшей плотности рыб; 3 — время восхода и захода солнца. Фигурной скобкой показана «мертвая зона» действия прибора. По оси ординат — глубина; по оси абсцисс — время суток.

Размерный состав тюльки (экз.) из уловов на различных горизонтах в приплотинном плёсе водохранилища, июль 1981 г.

Глубина от поверхности, м	Длина по Смигу, мм													
	32-36	40-44	48-52	56-60	64-68	72-76	80-84	88						
0	1	3	13	22	17	24	0	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	7	10	10	14	0	0	0	0	0	2	0	0
5	1	0	1	5	4	22	7	0	0	0	1	1	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	3
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Характер этих перемещений в общем виде довольно схож с обычным типом вертикальных миграций планктоноядных рыб [2], которые после вечернего подъема в верхние слои вновь несколько опускаются на ночь. Но имеются и некоторые отличия. Во-первых, диапазон суточных вертикальных миграций тюльки ограничивается лишь 4–6 м, во-вторых, наиболее существенное опускание вглубь у тюльки происходит не днем, а в темное время суток (рис. 2). При этом уход на глубину не носит массового характера; часть скоплений остается в верхних горизонтах. За счет этого рыба ночью распределена почти дисперсно в сравнительно большом объеме воды.

Картина ночного опускания рыб у тюльки ранее была отмечена на Цимлянском водохранилище [1].

Вертикальные миграции планктоноядных рыб обычно рассматривают как трофические, связанные с суточным распределением кормовых организмов, т. е. суточными вертикальными миграциями зоопланктона [2, 5].

Тюлька в Куйбышевском водохранилище питается лишь в светлое время суток и имеет два максимума наполнения кишечника, в 12 и 18–19 ч [6]. Ночью она не питается. Основу пищевого комка у нее составляют наиболее массовые виды планктонных организмов, такие как *Daphnia longispina*, *Bythotrephes longimanus*, *Heterocopa caspia*, *Leptodora kindtii* и некоторые другие [3]. Эти виды рачков имеют довольно отчетливые суточные вертикальные миграции. Динамика вертикального распределения тюльки в светлое время в целом соответствует ритмике пространственного распределения важнейших кормовых организмов. Ночное перераспределение тюльки, видимо, связано не с питанием, а с повышением активности сумеречных и ночных хищников, прежде всего судака и берша, в рационе которых тюлька занимает в среднем по численности соответственно 70 и 90% [7]. Сом также потребляет тюльку, но в значительно меньшем количестве.

Все это говорит о приспособительном характере суточных вертикальных перераспределений тюльки, одновременно оптимизирующем потребление рыбой зоопланктона при ее постоянном нахождении в зоне наибольшей концентрации кормовых объектов и ослаблении действия на популяцию пресса сумеречных и ночных хищников.

## Л и т е р а т у р а

1. Д е н и с о в Л.И. Рыболовство на водохранилищах. М., 1978.
2. З у с с е р С.Г. Суточные вертикальные миграции морских планктоноядных рыб. М., 1971.
3. К у й б ы ш е в с к о е водохранилище. Л., 1983.
4. М а л и н и н Л.К., Т е р е ш е н к о В.Г. Некоторые особенности применения гидролокатора „Леш” для поиска рыбы в мелководных водоемах // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1981. № 50.
5. М а н т е й ф е л ь Б.П. Экология поведения животных. М., 1980.
6. Т и м о х и н а А.Ф. О питании тюльки *Clupeonella delicatula caspia morpha tscharchalensis* (Borodin) в Черемшанском заливе Куйбышевского водохранилища в летний период // ИБВВ АН СССР. Борок, 1983. 21 с. Деп. в ВИНТИ 04.11.83, № 5955–83 деп.
7. Ц ы п л а к о в Э.П. Тюлька // Распределение и численность промысловых рыб Куйбышевского водохранилища и обуславливающие их факторы. Казань, 1972.

Ю.В. С п ы н ь к о

КОЭФФИЦИЕНТЫ ИНБРИДИНГА  
И СТРУКТУРА ВИДА *ABRAMIS BRAMA* L.

В последние годы на базе использования ряда наследственных остеологических признаков вскрыта пространственная генетическая структурированность вида *Abramis brama* L. на акватории рек СССР [4]. Предложены гипотезы причин, закономерностей и темпов современной генетической дивергенции и дифференциации леща [2]. Частично выяснены действия внешних микроэволюционных факторов (отбор, генные потоки), которые непосредственно определяют формирование структуры вида [7]. Однако воздействие внутренних факторов не рассмотрено в должной мере.

Одним из важнейших факторов такого рода служит влияние самой подразделенности на генетическую структуру [6]. Впервые этот эффект был описан Валундом применительно к анализу популяционной структуры со следующей формулировкой: „Если большая популяция подразделена на  $K$  панмиктических групп, то в такой совокупности наблюдается эффект, подобный инбридингу в неподразделенной популяции” (цит. по: [1, с. 33]). Вероятно, будет справедливым применить это описание и к анализу популяционной структуры вида в целом. В этом случае вид будет выступать как аналог „большой подразделенной популяции”, что, в принципе, согласуется с самими представлениями Валунда о виде [8], а его подразделения (популяционные блоки и популяции) – как „панмиктические группы”. Райт [9] предложил описывать вклад процессов инбридинга в дифференциацию частот генов в терминах  $F$ -статистики. Он обосновал несколько  $F$ -коэффициентов как показателей меры генетической дифференциации и несущих различную по биологическому смыслу нагрузку:  $F_{IT}$  – коэффициент инбридинга особи относительно целой популяции,  $F_{IS}$  – коэффициент инбридинга особи относительно субпопуляции (панмиктическая  $K$ -группа Валунда) и  $F_{ST}$  – коэффициент инбридинга субпопуляции относительно всей подразделенной популяции [6, 9].

Для анализа использовали выборки по 40 экз. половозрелого леща из Шекснинского, Волжского и Главного плёсов Рыбинского водохранилища, а также из Днестровского и Капчагайского водохранилищ, Бурштынского водоема-охладителя, дельты р. Волги, низовьев р. Урал. В качестве маркеров генетической структуры использовали шесть полиморфных локусов:  $\alpha$ -глицерофосфатдегидрогеназы ( $\alpha$ =ГФД), глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФД), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), малатдегидрогеназы-НАДФ-зависимой (МДГ=НАДФ),  $\beta$ -нафтилацетатзависимой эстеразы ( $\beta$ -Эст) и пероксидазы (По), полученных в ходе электрофоретического анализа тканевых проб из белых скелетных мышц и кордиума леща [3].



Коэффициенты инбридинга леща по шести генетическим локусам

Локус	Коэффициент	Рыбское водохранилище			Днестровское водохранилище	Бурштынский водоем-охладитель	Дельта Волги	Нижовья р. Урал	Катчагское водохранилище	$\bar{F}$ по $\sqrt{n}$ выборок
		Шекснинский плёс	Волжский плёс	Главный плёс						
$\alpha$ -ГФД	$F_{ST}$	0.18	0.20	0.16	0.19	0.18	0.05	0.19	0.19	0.17
	$F_{JS}$	0.77	1.00	0.62	0.86	0.87	0.63	0.88	1.00	0.83
	$F_{JT}$	0.81	1.00	0.68	0.89	0.89	0.65	0.90	1.00	0.86
Г-6-ФД	$F_{ST}$	0.19	-	0.17	0.17	-	0.06	0.17	0.17	0.15
	$F_{JS}$	0.17	-	0.68	0.46	-	0.20	0.17	0.40	0.35
	$F_{JT}$	0.33	-	0.73	0.55	-	0.25	0.31	0.50	0.45
ЛДГ	$F_{ST}$	0.21	0.22	0.14	0.24	0.17	0.18	0.23	0.23	0.20
	$F_{JS}$	0.33	0.82	0.70	1.00	1.00	0.66	0.86	0.90	0.78
	$F_{JT}$	0.47	0.86	0.74	1.00	1.00	0.72	0.89	0.92	0.82
МДГ-НАДФ	$F_{ST}$	0.19	0.22	0.17	0.17	0.18	0.15	0.18	0.20	0.18
	$F_{JS}$	0.21	0.04	0.36	0.24	0.06	0.55	0.58	0.77	0.35
	$F_{JT}$	0.36	0.25	0.47	0.37	0.23	0.62	0.65	0.82	0.47
$\beta$ -Эст	$F_{ST}$	0.41	-	0.42	0.43	-	0.35	0.29	0.36	0.38
	$F_{JS}$	0.87	-	0.78	1.00	-	0.17	0.80	0.21	0.64
	$F_{JT}$	0.92	-	0.87	1.00	-	0.46	0.86	0.49	0.78
По	$F_{ST}$	-	0.14	-	-	-	0.25	0.14	0.33	0.21
	$F_{JS}$	-	0.25	-	-	-	0.41	0.29	0.56	0.38
	$F_{JT}$	-	0.00	-	-	-	0.17	0.00	0.00	0.04
$\sum \sqrt{n}$ $\bar{F}$ по $\sqrt{n}$ локусов	$F_{ST}$	-	0.14	-	-	-	0.37	0.14	0.33	0.24
	$F_{JS}$	-	0.25	-	-	-	0.51	0.29	0.56	0.40
	$F_{JT}$	0.24	0.20	0.21	0.24	0.18	0.21	0.21	0.29	0.22
	$F_{JS}$	0.47	0.47	0.63	0.71	0.64	0.40	0.55	0.55	0.55
	$F_{JT}$	0.59	0.50	0.70	0.76	0.71	0.51	0.60	0.64	0.63

F – коэффициенты вычисляли по следующим формулам [1, 9]:

$$F_{ST} = \frac{\sigma_q^2}{\bar{q}(1-\bar{q})} ; \quad F_{JS} = 1 - \frac{H}{H_0} ; \quad F_{JT} = F_{ST} - (1 - F_{ST}) \cdot F_{JS},$$

где  $q$  – частота гена,  $\bar{q}$  – средняя частота гена,  $\sigma_q^2$  – варианса средней частоты гена,  $H$  – эмпирическая гетерозиготность,  $H_0$  – теоретическая гетерозиготность.

Результаты подсчета коэффициентов инбридинга приведены в таблице. Сопоставляя между собой  $F_{ST}$ ,  $F_{JS}$ ,  $F_{JT}$  как по выборкам и локусам, так и по средним значениям, мы видим, что основной тенденцией в изменении величин коэффициентов являются  $F_{JT} > F_{JS}$  и  $F_{JT} > F_{ST}$ . Коэффициент  $F_{JT}$  по всем выборкам, как правило, имеет значения, равные или выше 0.5, что наиболее отчетливо проявляется при анализе средних по этому коэффициенту. Исходя из райтовского определения  $F_{JT}$  и учитывая полученные нами результаты, их типичность прежде всего, мы вправе трактовать данный коэффициент как показатель генетической общности исследованных особей в пределах вида. То, что он в нашем случае не равен строго единице, объясняется как математической зависимостью  $F_{JT}$  от  $F_{JS}$  и  $F_{ST}$ , так и тем, что каждая особь имеет еще и массу индивидуальных генетических особенностей, лежащих тем не менее в интервале обшвидового ген-разнообразия [7].

Для коэффициента  $F_{ST}$  характерны, как правило, минимальные значения ( $F_{ST}$  во всех выборках не выше 0.3). Так как, по Райту, данный коэффициент отражает отношение структурных частей к целому, то мы можем определить  $F_{ST}$  в нашей ситуации как коэффициент, демонстрирующий слабость контактов по обмену генетическим материалом между рассматриваемыми выборками, т. е. это своеобразный маркер фиксации генетической самостоятельности структурных единиц вида. То, что значения  $F_{ST}$  не равны нулю, объясняется, на наш взгляд отображением существовавших когда-то или существующих ныне тесных генетических контактов популяций. В этом случае числовые значения  $F_{ST}$  есть либо мера удаленности от первичного состояния генетического единства вида ( $F_{ST}=1$ ), либо мера интенсивности генетических контактов в настоящее время с наложением действия концепции общего происхождения и генетического единства. Таким образом, по коэффициентам  $F_{JT}$  и  $F_{ST}$  мы можем судить как о существовании сильной генетической подразделенности вида *Abramis brama* на отдельные популяционные сообщества, подтверждая таким образом данные по морфологическим наследственным признакам, так и о том, что существующая дифференциация не вызывает генетической разобщенности вида в целом. Коэффициент  $F_{JS}$  дает возможность характеризовать и проводить сравнения структурных единиц по их внутренним генетическим особенностям и свойствам. Биологический смысл данного коэффициента в нашем контексте будет определяться как показатель вероятности объединения сходных генотипов в пределах каждой рассматриваемой популя-

ции. При рассмотрении  $\bar{F}_{JS}$  по сумме локусов видно, что интервал вариации коэффициента незначительный. Несколько отличается только  $\bar{F}_{JS}$  для Днестровского водохранилища, что свидетельствует о довольно сильной гомозиготности вида. На основании динамики изменения  $\sqrt{F}_{JS}$  отдельно по генетическим локусам можно выделить три группы локусов: 1) локусы, имеющие высокий показатель  $F_{JS}$  ( $F_{JS} > 0.5$ ) во всех выборках ( $\alpha$ -ГФД); 2) локусы, имеющие низкий показатель  $F_{JS}$  ( $F_{JS} < 0.5$ ) во всех выборках (По); 3) локусы, имеющие как высокие, так и низкие показатели  $F_{JS}$  (ЛДГ, МДГ-НАДФ, Г-6-ФД,  $\beta$ -Эст).

По всей видимости, для локусов первой группы характерен устойчивый механизм объединения сходных гамет, возможно, путем ассортативного скрещивания [5]. Особенно ярко этот процесс выражен в популяциях Волжского плёса Рыбинского, Днестровского и Капчагайского водохранилищ, Бурштынского водоема-охладителя и низовьев р. Урал. Для локусов второй группы низкие значения  $F_{JS}$  свидетельствуют о высокой гетерозиготности, но из-за малого числа исследованных по ним выборков невозможно достоверно судить о характере динамики микроэволюционных процессов в отношении локусов данной группы. Локусы третьей группы очень разнородны. Так, ЛДГ и  $\beta$ -Эст вполне можно отнести к первой группе. По ЛДГ только в выборке из Шекснинского плёса Рыбинского водохранилища  $F_{JS} = 0.33$ , что говорит о высокой гетерозиготности по данному локусу. В других выборках  $F_{JS}$  выше 0.8, кроме Главного плёса Рыбинского водохранилища и дельты р. Волги. Причины, обуславливающие высокие значения коэффициента, рассматривали выше при анализе локусов первой группы. Аналогична ситуация и с  $\beta$ -Эст, по которому только в дельте Волги и Капчагайском водохранилище  $F_{JS} \ll 0.5$ , во всех же остальных выборках  $F_{JS} \geq 0.78$ . Локусы Г-6-ФД и МДГ-НАДФ, в принципе, можно отнести ко второй группе. Так, по Г-6-ФД только в выборке из Главного плёса Рыбинского водохранилища  $F_{JS} = 0.68$ , во всех же остальных выборках  $F_{JS}$  значительно ниже 0.5. По МДГ-НАДФ  $F_{JS} > 0.5$  (и то незначительно) только в выборках из дельты Волги, низовьев р. Урал и Капчагайского водохранилища. Таким образом, демонстрируется относительно высокий уровень гетерозиготности по данным локусам. Наиболее стабильной по значениям коэффициента  $F_{JS}$  по разным локусам является выборка из дельты Волги ( $F_{JS} \approx 0.5$ ).

## Л и т е р а т у р а

1. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. М., 1983.
2. Изюмов Ю.Г. Популяционная структура леща *Abramis brama* L. волжских водохранилищ // Биологические ресурсы водохранилищ. М., 1984.
3. Слынько Ю.В. Сопоставление генетико-биохимических и генетических данных при анализе внутривидовой структуры леща // Фенетика популяций. М., 1985.

4. Яковлев В.Н., Изюмов Ю.Г., Касьянов А.Н. Фенетический метод исследования популяций карповых рыб // Биол. науки. 1981. № 2.
5. (G r a n t V.) Г р а н т В. Эволюция организмов. М., 1980.
6. (L i Ch. ) Л и Ч. Введение в популяционную генетику. М., 1978.
7. (S o l b r y g O., S o l b r y g D.) Солбриг О., Солбриг Д. Популяционная биология и эволюция. М., 1982.
8. W a h l u n d S. Zusammensetzung von Populationen und Korrelationserscheinungen von Standpunkt der Vererbungslehre aus betrachtet // Hereditas. 1928. Vol. 11.
9. W r i g h t S. The genetical structure of populations // Ann. Eugenics. 1951. Vol. 15.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

---

УДК 597.554.3-153(285.2)

Г.Х. Ш е р б и н а

# О ПИТАНИИ ЛИНЯ НА СЕРЫХ ИЛАХ ОЗ. ВИШТЫНЕЦКОГО

Хотя линь (*Tinca tinca* L.) широко распространен в различных водоемах Европы и Сибири [6], опубликованных данных по его питанию мало. В одних работах [1-4] указывается, что пища линя на 70-90% состоит из ракообразных и моллюсков. По данным других авторов [7-9], более 60% его пищевого рациона приходится на личинок и куколок хирономид. В большинстве вышеперечисленных работ число исследованных рыб колебалось от 4 до 40 экз. [1-3, 9], при этом 25-65% проанализированных кишечника оказались пустыми. Данные по сезонной динамике питания в доступной литературе отсутствуют. Настоящая работа посвящена изучению сезонной динамики питания линя оз. Виштынецкого с целью выяснения роли хирономид в его пищевом рационе.

Материал собирали с мая по ноябрь 1981 г. в Утином заливе оз. Виштынецкого на глубине 1-3 м ставными сетями с размером ячеи 25,5 и 70 мм. Рыбу из сетей выбирали через каждые 3 ч. Сбор и обработку материала проводили согласно существующей методике [5]. Массу потрепленных хирономид восстанавливали по ширине головной капсулы (личинки) или ширине анального сегмента (куколки). Массу остальных донных беспозвоночных находили как средневзвешенную из бентосных проб, собранных одновременно с материалом по питанию рыб. Исходя из поставленной задачи, при

Содержимое кишечника линя на биотопе серого ила

Содержимое кишечника	Май		Июнь		Июль	
	ИП	Р	ИП	Р	ИП	Р
Хирономиды	108.1	100	3.0	80	0.5	65
Ракообразные	1.0	57	18.0	100	11.1	100
Моллюски	2.9	57	3.9	80	2.4	88
Прочие	1.0	100	2.1	96	2.0	94
Детрит	10.0	100	5.0	100	5.0	100
Общий индекс потребления (без учета пустых кишечника)	123.0		32.0		21.0	
Общий индекс потребления (с учетом пустых кишечника)	108		25.6		14.3	
Количество кишечника, экз.	8		25		25	
Пустых кишечника, %	12.5		20		32	
	1		1		1	

Примечание. ИП – индекс потребления, ‰, Р – частота встречаемости, %.

расчете среднего для пробы частного индекса потребления мы исключали рыб с пустыми кишечниками [5]. Среднюю величину общего индекса потребления рассчитывали как с учетом пустых кишечника, так и без их учета. Всего проанализировано 105 кишечника, из которых в 73 содержалась пища.

Оз. Виштынецкое – олиго-мезотрофный водоем, расположенный на юго-востоке Калининградской области. Площадь озера 1660 га, максимальная глубина 52 м, средняя – 15.5 м. Зона литорали развита слабо и составляет около 15% от общей площади. Основные биотопы литорали – пески и серые илы. В западной части озера расположен Утиный залив, большая часть которого покрыта серыми илами, где много линя. В остальной части озера линя мало, он встречается только в прибрежных зарослях тростника и других макрофитов. При изучении питания линя все содержимое кишечника было условно разделено на пять групп (хирономиды, моллюски, ракообразные, прочие животные и детрит), роль каждой из которых по месяцам отображена в таблице.

В мае общий индекс потребления (ОИП) равнялся  $123 \pm 24\text{‰}$ . Основу пищи в этот период составили личинки и куколки хирономид – 88% по массе и 94% по численности, при 100% – ной встречаемостью. Спектр питания линя представлен 22 компонентами, из них 13 составили хирономиды. Из кормовых объектов наиболее часто встречались *Camptochironomus tentans* Fabr. – 86%, *Einfeldia carbonaria* Mg., *Endochironomus albipennis* (Mg.) – 77%, *Sialis lutaria* (L.) – 77%. Главным кормовым объектом

Август		Сентябрь		Октябрь		Ноябрь	
ИП	Р	ИП	Р	ИП	Р	ИП	Р
0,3	73	0	14	0	0	0	0
8,0	100	11,0	100	0	0	0	0
4,0	95	8,0	100	0	0	0	0
1,0	77	2,0	86	0	0	0	0
5,0	100	5,0	100	0	0	0	0
18,3		26,0		0		0	
16,1		18,1		0		0	
25		10		8		4	
12		30		100		100	

в мае были личинки и куколки *Camptochironomus tentans*, составляющие по массе около 50%, второстепенным – *Chironomus plumosus* L. – 30%.

В июне по сравнению с маем ОИП уменьшился почти в 4 раза и равнялся  $32 \pm 4\%$ . Основу пищи в этот период составили ракообразные (54% по массе и 64% по численности), при 100%-ной встречаемости. Роль хирономид резко снизилась по массе (до 9%). Пищевой спектр, как и в мае, представлен 22 кормовыми объектами, 12 из которых – хирономиды. Из пищевых компонентов наиболее часто встречались *Gammarus lacustris* L. – 100%, *Asellus aquaticus* L. – 80%, *Athrypsodes aterrimus* (Stephens) – 65% и *Bithynia tentaculata* (L.) – 60%. Хотя частота встречаемости хирономид в целом довольно высока (80%), доля отдельных видов не превышала 35%. Главный пищевой объект в этот период – *Gammarus lacustris* (49% по массе), второстепенные – детрит (15%) и *Asellus aquaticus* (14%).

В июле–сентябре характер питания линия различался незначительно. ОИП в этот период равнялся 18–26%. Основу пищи на всем протяжении составляли ракообразные, на долю которых приходилось 39–50% по массе и 61–70% по численности. Роль хирономид в эти месяцы ничтожна. Спектр питания наиболее широк в августе – 36 компонентов (13 видов хирономид), самый узкий в сентябре – 14 кормовых объектов (2 вида хирономид). По частоте встречаемости доминировали *Gammarus lacustris* – 100%, *Asellus aquaticus* – 71–94, *Bithynia tentaculata* – 76–86%. Глав-

ными кормовыми объектами в июле-сентябре были *Gammarus lacustris*, *Asellus aquaticus* и детрит, на каждого из которых по массе приходилось от 21 до 30%.

Таким образом, проведенные исследования показали, что только в мае основу пищи линя составили личинки и куколки хирономид (88% по массе и 94% по численности), в июне-сентябре роль основного кормового объекта играли ракообразные (39-50% по массе и 61-70% по численности). За весь период наблюдений в пищевом спектре линя обнаружено 55 компонентов, из них 28 видов и форм составили хирономиды. Из других групп донных беспозвоночных следует отметить моллюсков (9 видов) и личинок ручейников (7 видов). Остальные группы представлены 1-2 видами. Несмотря на такое качественное разнообразие питания линя, только 16 кормовых объектов можно отнести к постоянным, остальные или обнаружены 1-2 раза (33 вида), или потреблялись в значительных количествах только в отдельные месяцы (6 видов). Из донных беспозвоночных наиболее часто встречались *Gammarus lacustris* - 90%, *Asellus aquaticus* - 82%, *Bithynia tentaculata* - 74%. Из хирономид чаще других встречались 2 вида - *Microtendipes pedellus* (de Geer.) и *Ablabesmyia phatta* (Egert) - 30%. Хотя по числу видов хирономиды доминируют в питании линя, по частоте встречаемости они значительно уступают ракообразным и моллюскам. Следует добавить, что максимальная интенсивность питания линя наблюдалась в мае, когда основу пищи составляли личинки и куколки хирономид. В остальной период накормленность линя снизилась более чем в 4 раза, при этом около 25% потребленной пищи приходилось на детрит.

#### Л и т е р а т у р а

1. Жуков П.И. Рыбы Белоруссии. Минск, 1965.
2. Качалова О.Л., Слока Н.А., Остроумов Н.А. Питание и пищевые взаимоотношения некоторых рыб в озерах Латвийской ССР // Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латвийской ССР. Рига, 1955.
3. Кублицас А. Питание бентосоядных рыб Куршю марес // Куршю марес. Вильнюс, 1959.
4. Ляхнович В.П., Гладкий Г.В. Ихтиофауна озер // Экологическая система Нарочанских озер. Минск, 1985.
5. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М., 1974.
6. Никольский Г.В. Частная ихтиология. М., 1971.
7. Писанко А.П. О роли ерша в пищевых отношениях рыб // Биологическая продуктивность водоемов Сибири. М., 1969.
8. Руденко Г.П., Гвоздев М.А. Биопродукционная характеристика и пищевые потребности рыб в оз. Кривом Псковской области // Изв. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. Л., 1978. Т. 137.

9. Т ы л и к К.В., Ш е р б и н а Г.Х. Зообентос оз. Камышового как кормовая база рыб // Тез. Всесоюз. конф. молодых ученых и специалистов „Научно-технический прогресс и молодежь“. Калининград, 1981.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

УДК 597-111

Г.И. К а р н а у х о в

# ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ГЕМОГЛОБИНА КРОВИ БЕЛОГО И ПЕСТРОГО ТОЛСТОЛОБИКОВ

Исследования последнего десятилетия с помощью методов электрофоретического анализа продемонстрировали высокую электрофоретическую гетерогенность гемоглобина у различных по высоте организации групп рыб и его видоспецифичность [1, 3].

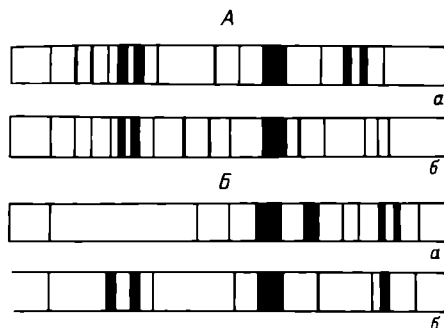
Литература по фракционному составу гемоглобина крови растительноядных рыб практически отсутствует. Нам удалось обнаружить единичные сообщения по этому вопросу [4].

Перед нами была поставлена задача изучить степень гетерогенности фракционного состава гемоглобина растительноядных рыб, его полиморфизм, а также проследить возрастные изменения, происходящие с этой важнейшей белковой системой.

Отбор проб проводили на экспериментальном рыбозаводном заводе „Краснодарский“ Краснодарского края. Рыбу брали живой, без повреждений. У 15- и 30-суточных личинок микрометодом отбирали сборные пробы крови, начиная с 3-месячной молоди и старше — каудотомией или из хвостовой вены с помощью шприца. Раствор чистого гемоглобина получали по методике, описанной В.И. Лукьяненко и П.П. Гераскиным [2]. Анализ проводили методом диск-электрофореза в 5%-ном полиакриламидном геле в камере, аналогичной камере Дэвиса [5], при силе тока 2,5 мА на одну гелевую трубку и температуре кюветного буфера 4 °С. При расшифровке гемоглобинограмм определяли общее число компонентов, подвижность каждого из них по отношению к границе Кольрауша, а также относительное содержание белка в каждом компоненте. Анализ проводили не позднее 24 ч с момента отбора проб. Всего проанализировано 558 проб.

У годовиков и старших возрастных групп белого и пестрого толстолобиков индивидуально методом диск-электрофореза гемоглобин крови удалось разделить на 3-4 компонента, различающихся между собой не только относительной подвижностью, но и относительным содержанием белка в каждом компоненте. Гемоглобин крови белого толстолобика оказался полиморфным (три фенотипа), пестрого толстолобика — мономорфным (табл. 1).





Гемоглобинограммы 15-суточной (А) и 30-суточной (Б) личинок белого (а) и пестрого (б) толстолюбиков.

Т а б л и ц а 1

Фракционный состав гемоглобина 9-месячной молоди и старших возрастных групп белого и пестрого толстолюбиков

Вид	Фенотип	Компонент				
		1	2	3	4	5
Девять месяцев						
Белый толсто- лобик	Нв-I'	$\frac{1}{0.8}$	-	$\frac{0.33}{59.7}$	$\frac{0.27}{28.2}$	$\frac{0.22}{11.3}$
		$\frac{1}{0.7}$	$\frac{0.37}{47.0}$	$\frac{0.32}{41.5}$	$\frac{0.25}{10.8}$	-
		$\frac{1}{0.9}$	-	-	$\frac{0.25}{67.7}$	$\frac{0.20}{31.4}$
	Старшие возрастные группы					
	Нв-I	$\frac{1}{0.8}$	-	$\frac{0.33}{63.5}$	$\frac{0.27}{25.2}$	$\frac{0.22}{10.5}$
		$\frac{1}{0.7}$	$\frac{0.37}{46.5}$	$\frac{0.32}{41.9}$	$\frac{0.25}{10.9}$	-
$\frac{1}{0.9}$		-	-	$\frac{0.25}{70.0}$	$\frac{0.20}{29.1}$	
Девять месяцев						
Пестрый тол- столюбик	-	$\frac{1}{0.6}$	$\frac{0.36}{71.8}$	-	$\frac{0.26}{27.6}$	-
	Старшие возрастные группы					
	-	$\frac{1}{0.8}$	$\frac{0.36}{71.7}$	-	$\frac{0.26}{27.5}$	-

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

Т а б л и ц а 2

Фракционный состав гемоглобина крови 3-месячной молоди белого и пестрого толстолобиков

Вид	Фено-тип	Компонент									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Белый тол-столобик	Нв-I"	$\frac{1}{4.0}$	-	-	-	$\frac{0.42^*}{53.9}$	$\frac{0.36^*}{23.7}$	-	$\frac{0.27^*}{18.4}$	-	-
	Нв-II"	$\frac{1}{3.5}$	-	$\frac{0.54}{3.2}$	$\frac{0.48^*}{22.8}$	$\frac{0.42^*}{44.1}$	$\frac{0.34^*}{17.4}$	$\frac{0.30}{9.0}$	-	-	-
	Нв-III"	$\frac{1}{1.7}$	$\frac{0.59}{11.0}$	-	-	$\frac{0.41^*}{43.4}$	$\frac{0.36}{11.1}$	$\frac{0.31^*}{21.6}$	-	$\frac{0.17}{5.4}$	$\frac{0.12}{5.8}$
Пестрый толстолобик	-	$\frac{1}{2.3}$	-	-	-	$\frac{0.43}{8.3}$	$\frac{0.36^*}{57.6}$	$\frac{0.32}{5.1}$	$\frac{0.25^*}{26.7}$	-	-

\* Фракции, соответствующие компонентам „взрослого“ типа.

Предпринятое нами специальное изучение динамики формирования фракционного состава гемоглобина в раннем онтогенезе показало, что наиболее сложные изменения структуры гемоглобина толстолобиков происходят в первые 2–3 мес жизни.

Гемоглибиновый спектр 15-суточной молоди белого толстолобика состоит из 13 компонентов, пестрого – из 15. При общем сходстве фракционных составов гемоглобина крови данной возрастной группы у белого и пестрого толстолобиков имеются видоспецифичные компоненты (см. рисунок, А).

Фракционный состав гемоглобина крови 30-суточной молоди у обоих видов включал 9 компонентов (см. рисунок, Б). В гемоглибиновом спектре намечается явная тенденция перехода к „взрослому” типу. Это подтверждается перераспределением общего белка гемоглобина по компонентам, а также резким уменьшением числа компонентов с высокой относительной подвижностью. Особенно хорошо это заметно на гемоглибинограммах белого толстолобика.

Анализируя фракционный состав гемоглобина крови 3-месячной молоди, мы выявили три фенотипа у белого толстолобика и один у пестрого (табл. 2). Хорошо заметно, что с ростом молоди происходит дальнейшее уменьшение числа компонентов в гемоглибиновых спектрах. Несмотря на то что относительная подвижность компонентов и содержание в них белка в каждом из трех фенотипов 3-месячной молоди белого толстолобика значительно отличается от компонентов „взрослого” типа, все-таки мы считаем возможным провести идентификацию фенотипов.

Гемоглибинограммы 9-месячной молоди толстолобиков имеют полностью сформированный фракционный состав гемоглобина „взрослого” типа (табл. 1).

Итак, фракционный состав гемоглобина крови как белого, так и пестрого толстолобиков претерпевает существенные изменения в первые 2–3 мес жизни и к году имеет полностью сформированный „взрослый” тип гемоглобина. Становление гемоглобина системы идет по пути снижения гетерогенности и перераспределения относительного содержания белка в компонентах, что, вероятно, связано с постепенной специализацией функций гемоглобина в организме.

## Л и т е р а т у р а

1. Гераскин П.П., Карнаухов Г.И. Внутривидовая изменчивость фракционного состава гемоглобина у трех видов рода *Abramis* // Экологическая физиология и биохимия рыб. Астрахань, 1979. Т. 1.
2. Лукьяненко В.И., Гераскин П.П. Динамика формирования фракционного состава гемоглобина в раннем онтогенезе русского осетра (*Acipenser guldenstadti* Brandt) / Докл. АН СССР. 1971. Т. 198, № 5.

3. Лукьяненко В.И., Гераскин П.П., Ермолин Г. Новые данные об электрофоретической гетерогенности гемоглобина крови осетровых // Материалы науч. сессии ЦНИОРХ, 18-19 марта. Баку, 1968.
4. Сухомлинов В.Ф., Матвиенко С.В. Видовая специфичность гемоглобина растительноядных рыб // Зоол. журн. 1977. Т. 56, вып. 11.
5. Davis B.J. Disk electrophoresis: II. Method and application to human serum proteins // Ann. N.Y. Acad. Sci. 1964. Vol. 121.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

---

УДК 597.554.3:577.128+577.175.5

В.И. Мартеньянов

ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИИ КОРТИКОСТЕРОНА  
И ЭЛЕКТРОЛИТОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ  
ЛЕЩА ПРИ СТРЕССЕ

Установлено, что кортикостероидные гормоны участвуют в регуляции водно-солевого обмена у рыб [6]. Однако до сих пор остается неясной их роль в регуляции ионного гомеостаза при стрессорных ситуациях. Большинство исследователей считает, что гормоны выполняют адаптивные функции в приспособлениях организма к изменяющимся условиям среды. Но высказывается мнение, что у рыб при стрессе поступающие в кровяное русло гормоны вызывают осморегуляторные нарушения [8].

В настоящей работе исследовали коррелятивные связи между изменениями концентрации кортикостерона (гормона интерренальной ткани рыб) и электролитов сыворотки крови леща (*Abramis brama* L.) при стрессе. Стрессирующее воздействие на рыб оказывали 10-минутным траловым отловом. Методика проведения опытов и аналитические процедуры были стандартными [2]. Кортикостерон определяли методом конкурентного белковосвязывающего анализа с использованием кортизола -  $1.2\text{-H}^3$  - и сывороточного транс-кортина крысы в качестве связывающего белка [3].<sup>1</sup>

Результаты опытов представлены в таблице. Наибольшая концентрация кортикостерона (8.2 мкг/100 мл) получена через 30 мин от начала поимки.

---

<sup>1</sup> Автор очень признателен сотруднику лаборатории эндокринологии биологического факультета МГУ М.М. Никитиной за проведение анализа гормонов.

Время от начала воздействия	Количество рыб	Кортикостерон, мкг/100 мл	Концентрация катионов, м·экв./л		
			натрий	калий	кальций
30 мин	6	8,2±0,81	135,0±2,7	1,6±0,12	7,4±0,44
4 ч	6	7,8±0,55	127,5±1,2	5,5±0,38	7,0±0,15
8 ч	6	5,7±0,57	132,1±5,3	2,8±0,45	6,4±0,26
24 ч	6	4,8±1,15	134,0±3,2	2,2±0,30	6,5±0,33
56 ч	6	5,8±1,35	133,0±4,6	1,9±0,30	6,2±0,35
120 ч	5	7,2±0,86	146,3±6,2	2,0±0,46	7,5±0,26
164 ч	5	3,6±0,93	142,3±3,7	1,9±0,27	4,8±0,24
188 ч	2	2,0±0,36	136,3±5,9	3,0±0,26	4,9±0,38

Это может быть связано с тем, что при стрессе кортикостероиды быстро поступают из интерренальной ткани в кровяное русло и уже через 30 мин от начала поимки кортикостерон накапливается в крови. Высокий уровень гормона сохраняется длительное время, вплоть до 5 сут. В дальнейшем концентрация снижается до минимального значения, свойственного для рыб в спокойных условиях.

Чавин и Синглей [5] зарегистрировали в сыворотке крови карася концентрацию кортикостерона, равную 7,2 мкг/100 мл. Ссылаясь на данные других исследователей [9], в работе которых для нерки приводится концентрация кортикостерона, равная 7,3 мкг/100 мл, авторы [5] делают заключение, что в крови костистых рыб в норме устанавливаются довольно высокие концентрации кортикостероидных гормонов. По-видимому, приводимые литературные данные завышены из-за того, что гормоны определялись у рыб, еще не полностью восстановившихся от стресса. Например, кровь на анализ гормонов у карасей [5] брали через 4 сут после отлова рыб. Такой срок акклимации является недостаточным, поскольку, как показывает наше исследование, концентрация кортикостерона держится на высоком уровне в пределах 5 сут после поимки рыб. Очень высокие концентрации кортикостерона зарегистрированы в плазме кошачьего сомика. В течение суток концентрация этого гормона колебалась от 17,8 до 36,2 мкг/100 мл [7]. Наши данные показывают, что у длительно акклимированных рыб концентрация кортикостерона в сыворотке крови составляет низкие значения (порядка 2 мкг/100 мл).

Содержание натрия в сыворотке крови леща снизилось с 135 до 127,5 м·экв./л, а калия возросло от 1,6 до 5,5 м·экв./л в первые 4 ч стресса (см. таблицу). Эти процессы происходят в результате нарушения клеточных мембран и являются вредными для животного, поскольку снижают устойчивость организма.

Повышение концентрации различных гормонов, в том числе и кортикостерона, в крови рыб при стрессе предшествует ионным изменениям. Это во многом способствовало закреплению мнения, что высвобождающиеся в кровяное русло гормоны вызывают вторичные

изменения, в том числе нарушение осморегуляции [8]. Если допустить, что кортикостерон вызывает нарушение ионорегуляции, то разбаланс должен продолжаться, т. е. в сыворотке крови должна сохраняться низкая концентрация натрия и высокая калия до тех пор, пока поддерживается высокий уровень гормона. Концентрация натрия могла бы повышаться, а калия снижаться только после падения уровня гормонов. На самом деле данные показывают (см. таблицу), что концентрация натрия повышается даже выше первоначального уровня, а калия — снижается уже через 4 ч после воздействия на фоне высокого уровня кортикостерона. Концентрация гормона понижается только к концу недели после поимки, когда уровни натрия и калия в сыворотке крови уже давно восстановились. Следовательно, при стрессе кортикостерон не может вызывать нарушение ионорегуляции. Некоторые данные указывают на то, что действие кортикостерона направлено на выполнение защитных функций. На млекопитающих показано, что этот гормон усиливает противогradientный ток натрия и калия в мышечных клетках [1] и реабсорбцию натрия из мочи в почечных канальцах [4]. Следовательно, усиливая выход натрия против концентрационного градиента из клеток тела в кровь и его реабсорбцию из мочи, кортикостерон препятствует понижению концентрации этого иона в плазме, а увеличивая поступление калия против градиента из межклеточной жидкости (сыворотки крови) в клетки, препятствует его чрезмерному накоплению в крови, т. е. при стрессе этот гормон не вызывает нарушения ионорегуляции (понижение натрия и повышение калия в сыворотке крови), а, наоборот, выполняет защитные функции, противодействуя процессам, дестабилизирующим ионный гомеостаз.

Следует подчеркнуть, что кортикостероиды при стрессе секретируются в кровь с опережением ионорегуляторных нарушений, что имеет чрезвычайно важное биологическое значение, так как гормоны сразу же после начала воздействия включаются в защитные реакции, препятствуя развитию дестабилизационных процессов.

## Л и т е р а т у р а

1. Г а р и н а И.А., Ш а л я п и н а В.Г. Влияние введения кортикостерона на соотношение концентрации натрия и калия во вне- и внутриклеточном пространстве скелетных мышц крыс // Проблемы эндокринологии. 1969. Т. 15, № 3.
2. М а р т е м ь я н о в В.И., З а п р у д н о в а Р.А. Динамика концентрации электролитов в плазме крови, эритроцитах и мышечной ткани пресноводных рыб при стрессе // Науч. докл. Высш. школы. Биол. науки. 1982. № 10.
3. М у х а м е д о в А., Н и к и т и н а М.М., Р о д и о н о в И.М., Р о з е н В.Б., Я р ы г и н В.Н. Содержание кортикостерона в крови у интактных и десимпатизированных животных при стрессовых ситуациях, вызванных формированием структуры в сообществе белых мышей // Докл. АН СССР. 1976. Т. 229, № 1.

4. B r o w n T.C., D a v i s J.O., J o h n s t o n C.I.  
Responses of renin and aldosterone secretion in  
dogs // Amer. J. Physiol. 1966. Vol. 211.
5. C h a v i n W., S i n g l e y J.A. Adrenocorticoids  
of the goldfish, *Carrassius auratus* L. // Compar.  
Biochem. and Physiol. 1972. Vol. 42B, N 4B.
6. D h a r m a b a M. Corticosteroids and osmore-  
gulation in fishes // Proc. Indian Nat. Sci. Acad.  
1979. Vol. 45B, N 5.
7. B o e h l k e K.W., C h u r c h R.L., T i e m e i -  
e r O.W., E l e f t h e r i o u B.E. Diurnal  
rhythm in plasma glucocorticoid levels in channel  
catfish (*Ictalurus punctatus*) // Gen. Endocrinol.  
1966. Vol. 7.
8. M a z e a u d M.M., M a z e a u d F., D o -  
n a l d s o n E.M. Primary and secondary effects  
of stress in fish. Some new data with a general  
review // Trans. Amer. Fish. Soc. 1977. Vol. 106,  
N 3.
9. P h i l l i p s J.G., H o l m e s W.N., B o n d y P.K.  
Adrenocorticosteroids in salmon plasma (*Oncorhyn-  
chus nerka*) // Endocrinology. 1959. Vol. 65.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

---

УДК 628.16.033

Ю.С. Д а ц е н к о

# ОБЕСЦВЕЧИВАНИЕ ВОД В ВОДОХРАНИЛИЩЕ ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Степень окрашенности воды отражает сложные связи между фи-  
зико-географическими особенностями бассейна и режимом формиро-  
вания стока, поэтому цветность воды сильно варьирует, изменяясь  
в различные сезоны и годы. В практическом отношении наибольшее  
значение имеет явление выпадения окрашенных веществ гумусового  
происхождения в условиях замедленного стока, наблюдаемое в озе-  
рах и водохранилищах [1-4]. Механизм процессов трансформации  
гумусовых веществ в природных водах в настоящее время изучен  
недостаточно, и количественное описание закономерностей снижения  
цветности затруднено вследствие естественной нестационарности и  
сложного взаимодействия факторов, их определяющих. Однако снижение  
цветности воды в той или иной степени зависит от интенсивности во-  
дообмена водоема.

Ярким примером эффекта обесцвечивания вод, формирующихся в  
залесенном и заболоченном бассейне, представляется изменение

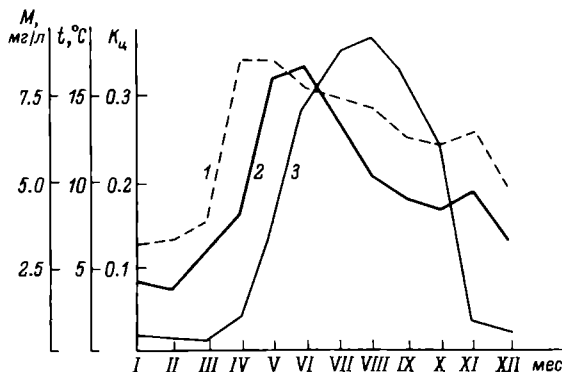


Рис. 1. Типовые графики внутригодовых изменений относительного снижения мутности (1), температуры воды (2) и цветности (3) у Листвянской ГЭС (по данным 1973–1979 гг.).

По оси ординат слева направо: мутность, температура, цветность.

цветности воды в Учинском водохранилище, замыкающем звене волжской системы водоснабжения г. Москвы [5]. Учинское водохранилище практически не имеет собственной площади водосбора и его водный баланс почти исключительно определяется регулируемым притоком из канала им. Москвы и величиной водозабора на водопроводные станции, что существенно упрощает балансовые расчеты. Кроме того, водная масса водохранилища характеризуется относительной однородностью, поэтому качество воды у водозаборов водопроводных станций практически не зависит от структуры внутреннего водообмена. За качеством воды притока и стока Учинского водохранилища ведутся систематические еженедельные наблюдения, обобщение которых позволяет проанализировать динамику цветности его вод в естественных условиях.

Относительное снижение цветности воды в водоеме ( $K_{ц}$ ) можно приблизительно оценить по выражению

$$K_{ц} = \frac{Ц_{вх} - Ц_{вых}}{Ц_{вх}},$$

где  $Ц_{вх}$  – среднее значение цветности во входном створе водоема,  $Ц_{вых}$  – то же у водозабора водопроводной станции в приплотинном участке. Рассчитанная по среднегодовым значениям величина относительной убыли цветности в Учинском водохранилище за период 1950–1983 гг. составила  $24.6 \pm 6.4\%$ . Расчеты величины  $K_{ц}$  по месячным интервалам позволили построить типовые графики внутригодовых изменений этого показателя (рис. 1). Как видно из графика, обесцвечивание волжских вод намного интенсивнее протекает в водохранилище в летний период.



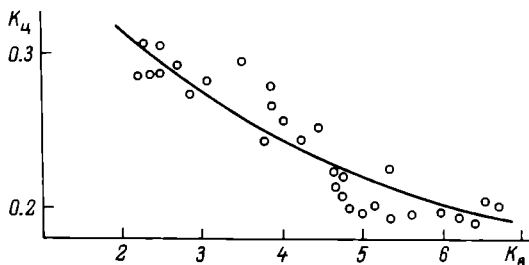


Рис. 2. Зависимость относительного снижения цветности ( $K_{ц}$ ) от коэффициента годового условного водообмена ( $K_{в}$ ) в Учинском водохранилище.

Эта закономерность обусловлена цикличностью мутности и температуры воды. В летний период колебания величины снижения цветности заметно больше вследствие большей изменчивости указанных факторов. Коэффициент корреляции показателя  $K_{ц}$  со средней мутностью водохранилища составляет 0.82. Это подтверждает мнение А.В. Францева [4] о том, что заполнение водохранилища водами с паводочной взвесью резко стимулирует очистной эффект водохранилища по цветности. По-видимому, мутность воды определяет интенсивность процессов сорбции и коагуляции окрашенных веществ, а температура лимитирует скорость биохимических процессов. Небольшая вариация величины снижения цветности в зимний период обусловлена незначительными колебаниями мутности и низкой температурой воды в водоеме. Максимальный эффект снижения цветности наблюдается в период поступления в водохранилище вод весеннего половодья, характеризующихся, как правило, высокой цветностью. В результате, закономерное для бассейна Верхней Волги и канала им. Москвы весеннее повышение цветности выражено очень слабо у водозаборов водопроводных станций Учинского водохранилища, а в некоторые годы вообще не отмечается.

За время существования водохранилища период его водообмена постоянно уменьшался вследствие роста производительности питаемых им водопроводных станций. Это позволяет проанализировать зависимость степени снижения цветности от периода водообмена водоема. Рассчитанная по данным многолетних наблюдений зависимость  $K_{ц}$  от коэффициента условного водообмена водохранилища ( $K_{в}$ ) графически представлена на рис. 2. Разброс точек на графике обусловлен особенностями формирования цветности вод и режима мутности и температуры в отдельные годы. Тем не менее очевидна тенденция снижения эффекта обесцвечивания вод с ростом коэффициента водообмена. Аналитически эта зависимость может быть представлена в виде

$$K_{ц} = \frac{1}{1 + 1.5\sqrt{K_{в}}}.$$

Рассчитанное среднеквадратическое отклонение фактических точек от кривой составило 0.015. Следует отметить, что применение этой зависимости ограничено рассматриваемым диапазоном коэффициента водообмена, поскольку при  $K_B \rightarrow 0$   $K_{ц} \rightarrow 1$ , что не может наблюдаться в реальных водоемах, так как при сколь угодно длительном пребывании воды в водоеме всегда остается часть растворенных гумусовых веществ.

Как было установлено, снижение цветности в водоеме имеет ярко выраженную внутригодовую неравномерность. Представляется целесообразным выделить зимний период (ноябрь–март). В годы, когда в источнике водоснабжения зимой наблюдается высокая цветность при незначительном эффекте обесцвечивания воды в Учинском водохранилище, водопроводные станции испытывают технологические трудности в очистке воды. Зависимость снижения цветности от интенсивности водообмена для зимнего периода отличается от вышеприведенной для годового периода коэффициентом в знаменателе

$$K_{ц} = \frac{1}{1 + 4.8 \sqrt{K_B}} .$$

Проведенный анализ многолетних наблюдений за цветностью воды Учинского водохранилища показывает, что эффект обесцвечивания вод определяется, главным образом, интенсивностью водообмена водохранилища, который зависит от величины водозабора на водопроводных станциях. Полученные зависимости могут быть использованы для приближенных прогностических расчетов качества воды в системе источников водоснабжения, включающих водохранилища сезонного и многолетнего регулирования стока.

## Л и т е р а т у р а

1. Воронков П.П., Скакальский Б.Г., Зубарев В.Н. Основные черты формирования химического состава вод Ладожского озера // Тр. Гос. гидрол. ин-та. 1978. Вып. 249.
2. Даченко Ю.С. Основные особенности качества воды волжского водоисточника г. Москвы // Организация и контроль качества природных и сточных вод. М., 1982.
3. Рошупко В.Ф. Об исследованиях Комитета по проблемам цветности вод в США // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1970. № 5.
4. Францев А.В. Окраска верхневолжской воды, ее обесцвечивание и расширение волжского водоснабжения г. Москвы // Учинское и Можайское водохранилища. М., 1963.
5. Францев А.В. Очистной эффект Учинского водохранилища и пути его повышения // Тр. У1 Совещ. по проблемам биологии внутр. вод. М., 1959.

Трест Мосводопровод

В.Ф. Рошупко

# К ВОПРОСУ О СООТНОШЕНИИ МЕЖДУ ЦВЕТНОСТЬЮ И ПЕРМАНГАНАТНОЙ ОКИСЛЯЕМОСТЬЮ ВОД ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

О приблизительном количестве органического вещества (ОВ), присутствующего в тот или иной период в водоеме (при отсутствии данных по углероду), можно судить по величинам цветности (Цв) и перманганатной окисляемости (ПО). Их соотношения могут дать ориентировочное представление об изменении качественного состава ОВ в воде [2, 5].

По Л.Б. Бердавцевой [1], зависимость между Цв и ПО можно выразить уравнением линейной регрессии  $y = ax + b$ , где  $y$  – цветность воды в градусах,  $x$  – ПО, мг О/л, угловой коэффициент „а” – число градусов цветности, соответствующее 1 мг О/л перманганата калия, идущему на окисление окрашенных ОВ, свободный член „b” – цветность, образованная устойчивыми к действию перманганата калия ОВ.

Анализ уравнений линейной регрессии, полученных по среднемесячным величинам за 23 года (1958–1980 гг.) по отдельным пунктам (р. Волга – г. Калинин, р. Тверца – выше впадения в Волгу, пос. Городня – Волжский плес Иваньковского водохранилища и на выходе из него), показал, что зависимость между Цв и ПО в течение года меняется.

Химический состав вод, поступающих в водоем, зависит от того, в каких слоях почвы и грунта заканчивается их последовательное формирование. В период половодья (апрель) в общем объеме стока преобладают воды, химический состав которых сформирован главным образом в толще лесной подстилки (облесенные водосборы) и в поверхностном слое (0–3 см) почвы (необлесенные). При этом содержание вымываемых ОВ гумусового происхождения достигает максимума. По сравнению с зимой в 2 раза увеличивается ПО, более чем в 2 раза – Цв. Соотношение между ними выражается уравнением вида  $y = ax + b$  (см. таблицу). Судя по данным Цв и ПО, в период, переходный от половодья к летней межени (У–У1), ОВ, растворенное в почвенно–грунтовых водах, формирующих шлейф половодья, не претерпевает существенных превращений. Следовательно, ОВ, растворенное в инфильтрационных водах верхней части почво–грунтов, остается примерно в том же состоянии, что и в почвенно–поверхностных. Все сказанное выше согласуется с выводами П.Л. Воронкова [3]. Однако в мае отмечаются наименьший в году угловой коэффициент „а”, наибольший свободный член „b” и наименьший коэффициент корреляции между Цв и ПО.

В осенне–зимний период среднемесячные величины Цв и ПО по сравнению с летом уменьшаются и остаются практически без изменений, а их количественное соотношение однотипно. Уравнение регрессии харак–

Соотношение цветности и перманганатной окисляемости вод **Иваньковского водохранилища в 1958-1980 гг.**

Показатель	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
<b>Р. Волга у г. Калинина</b>						
Формула зависимости между Цв и ПО	$y=4.6x-0.32$	$y=5.1x-4.8$	$y=4.8x+2.6$	$y=4.5x+2.5$	$y=2.9x+3.7$	$y=3.1x+2.9$
Цв, град.	33	28	32	79	78	72
ПО, мг О/л	7.2	7.3	6.2	12.0	14.3	14.1
Коэффициент корреляции	0.97	0.93	0.84	0.61	0.47	0.72
<b>Волжский плёс (пос. Городня)</b>						
Формула зависимости между Цв и ПО	$y=5.1x-12$	$y=3.9x+3$	$y=2.8x+18$	$y=5.4x+10$	$y=1x+71$	$y=4.6x+11$
Цв, град.	46	44	48	89	89	82
ПО, мг О/л	11.4	10.6	10.5	14.6	17.1	15.4
Коэффициент корреляции	0.82	0.65	0.52	0.77	0.26	0.79
<b>На выходе из Иваньковского водохранилища</b>						
Формула зависимости между Цв и ПО	$y=6.8x-30$	$y=4.2x-0.7$	$y=2.7x+19$	$y=4.3x+20$	$y=3.8x+28$	$y=4.4x+15$
Цв, град.	49	49	49	69	87	83
ПО, мг О/л	11.7	11.8	11.1	11.5	15.4	15.2
Коэффициент корреляции	0.92	0.77	0.67	0.72	0.66	0.73

Т а б л и ц а (продолжение)

Показатель	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
Р. Волга у г. Калинин							
Формула зависимости между Цв и ПО	$y=4.6x+6.9$	$y=4.8x+0.7$	$y=6.1x-9$	$y=6.3x-5.9$	$y=7.4x-15.5$	$y=6.1x-8.5$	-
Цв, град. ПО, мг О/л	68 13.2	54 11.0	42 8.3	43 7.8	48 8.5	45 8.7	52 10.0
Коэффициент корреляции	0.83	0.87	0.93	0.79	0.96	0.96	0.82
Волжский плёс (пос. Горолня)							
Формула зависимости между Цв и ПО	$y=5.6x-7$	$y=5.4x-10$	$y=4.7x+2$	$y=5.7x-9$	$y=7.1x-28$	$y=5.8x-16$	-
Цв, град. ПО, мг О/л	77 15.0	65 13.8	57 12.0	54 10.9	61 12.5	57 12.5	64 13.0
Коэффициент корреляции	0.84	0.85	0.71	0.60	0.84	0.74	0.70
На выходе из Ивановского водохранилища							
Формула зависимости между Цв и ПО	$y=6.2x-16$	$y=4.0x+11$	$y=5.9x-16$	$y=4.0x+9$	$y=5.1x-6$	$y=6.5x-25$	-
Цв, град. ПО, мг О/л	76 14.8	69 14.7	63 13.4	58 11.9	53 11.5	51 11.6	63 12.9
Коэффициент корреляции	0.79	0.68	0.72	0.58	0.80	0.89	0.74

теризуется большим (в годовом цикле) угловым коэффициентом и появлением отрицательного свободного члена. В зимнюю межень, так же как и в летнюю, когда в стоке преобладают грунтовые воды, уравнение соотношения Цв и ПО принимает вид, близкий к  $y = ax$ .

В водах р. Тверцы, как отмечалось нами [4], связь между Цв и ПО отсутствует, о чем свидетельствуют низкие коэффициенты корреляции (0.10–0.29). Исключение составляют январь, июнь–август, когда коэффициенты корреляции (0.41–0.67) при 95%-ном уровне оказались значимыми.

В Волжском плёсе Иваньковского водохранилища (пос. Городня) четкая закономерность в смене типов соотношения Цв и ПО в годовом цикле, наблюдаемая в р. Волге (у г. Калинина), нарушается (см. таблицу). Зимой при незначительных колебаниях среднемесячных величин Цв и ПО проявляются различные формы зависимости, при этом коэффициент корреляции Цв с ПО ниже, чем в Волге (см. таблицу); весной (1У–У1) – та же форма, что и в р. Волге (у г. Калинина), но если в мае в р. Волге намечается тенденция к ослаблению связи Цв с ПО, то у пос. Городня отмечается ее потеря. При практически постоянной цветности (84–96°) ПО изменяется в широких пределах (от 11.8 до 25 мг О/л). С июля по декабрь при изменении Цв в интервале от 54 до 77° уравнение связи принимает вид  $y = ax - b$  (коэффициенты корреляции от 0.6 до 0.85). Исключение составил сентябрь, когда формула зависимости Цв и ПО имела вид, близкий к  $y = ax$ .

На выходе из водохранилища зимой при постоянных среднемесячных величинах Цв (49°) и ПО (11.1–11.8 мг О/л) зависимость между ними выражается так же, как у пос. Городня, различными видами уравнения регрессии (см. таблицу). Следовательно, уравнения связи более показательно отражают особенности соотношения рассматриваемых характеристик, обусловленных их межгодовыми колебаниями, нежели многолетние среднемесячные величины. Весной с колебаниями Цв от 69 до 87° и ПО от 11.1 до 15.4 мг О/л сохраняется зависимость, отмеченная для вод Волги (у г. Калинина) и Волжского плёса. В летне-осенний период уравнение регрессии Цв и ПО принимает вид  $y = ax - b$  (коэффициенты корреляции 0.58–0.89).

Таким образом, между величинами Цв и ПО вод Иваньковского водохранилища и его основных притоков проявляются три вида связи:  $y = ax + b$ ,  $y = ax - b$  и близкий к  $y = ax$ . Известно, что цветность является хорошим показателем окрашенных органических (при отсутствии минеральных) гумусовых веществ. Перманганатом калия в различной степени окисляются как окрашенные, так и бесцветные ОВ [6]. Можно предположить, что проявление того или иного вида связи будет зависеть от их количественного соотношения. Весной, в начале половодья, когда в воде Иваньковского водохранилища и его притоков преобладают окрашенные наиболее полно окисляемые перманганатом калия ОВ, уравнение регрессии, как правило, имеет вид  $y = ax + b$ . Появление в последующие периоды свободного члена с отрицательным знаком может свидетельствовать об увеличении

относительного количества малоокрашенных и бесцветных трудно-окисляемых перманганатом калия ОВ [1]. Вид связи, близкий к  $y=ax$ , проявляется в основном для вод Волги в летнюю и зимнюю межень.

### Л и т е р а т у р а

1. Б е р д а в ц е в а Л.Б. Трансформация органического вещества в Можайском водохранилище // Качество поверхностных вод в системе водосбор, река, водохранилище. М., 1981.
2. В о р о н к о в П.П., С о к о л о в а О.К. Сезонные изменения состава веществ в водах Карельского перешейка // Тр. Гос. гидрол. ин-та. 1951. Вып. 33 (87).
3. В о р о н к о в П.П. Гидрохимия местного стока европейской территории СССР. Л., 1970.
4. Р о щ у п к о В.Ф., Л и т в и н о в А.С. Многолетние колебания Цв и ПО в основных притоках Иваньковского водохранилища // Вод. ресурсы, 1985. № 3.
5. С к о п и н ц е в Б.А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус) // Тр. Гос. океаногр. ин-та. 1950. Вып. 17/29.
6. С к о п и н ц е в Б.А. Водный гумус в озерах Ладожском и Байкал // Гидробиол. журн. 1983. Т. 19, вып. 1.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

---

УДК 015.9:582.271:591.524.1

О.Б. Д ю н д и к, Е.В. О с и п о в а,  
Т.Ф. К а з а р и н о в а, Н.М. Д н е п р о в с к а я

### О ТОКСИЧНОСТИ ВОДНЫХ ВЫТЯЖЕК БУРОУГОЛЬНОЙ ЗОЛЫ В СВЯЗИ С ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В настоящее время в связи с постоянным ростом тепловой энергетики остро встает вопрос об утилизации ее отходов, в том числе буроугольной золы. Ежегодно в золоотстойниках и золоотвалах накапливаются десятки миллионов тонн золы [1], которая может быть использована в качестве комплексного удобрения. Однако одним из лимитирующих факторов, тормозящих внедрение золы в сельское хозяйство, является ее слабая изученность с токсикологической точки зрения. Во многих случаях смыв с полей попадает в водоемы. Чувствительность гидробионтов к загрязнениям, как правило, выше, чем наземных организмов, поэтому особый интерес представляет оценка токсичности золы для водных организмов.

Нами изучалась токсичность водной вытяжки золы Ново-Иркутской ТЭЦ на тест-объектах четырех различных систематических групп: элодеи канадской (*Elodea canadensis*) – представителе высших водных растений, нителле (*Nitella sp.*) – представителе харовых водорослей [3], светящихся бактериях *Beneckea harveyi* [2], рачке *Daphnia magna* Str.

Использовались водные вытяжки золы от 0.001 до 1000 г/л. В диапазоне исследуемых вытяжек в течение всего эксперимента (10 сут) не отмечалось гибели элодеи. Растворы с содержанием золы 0.05–5 г/л оказались совершенно безвредными. В большинстве случаев верхушечный прирост стебля в этих растворах имел недостоверные отличия от контроля. Он колебался от 128 до 136% при концентрации 0.05 г/л, от 114 до 130% – при 0.5 г/л, от 78 до 136% – при 5 г/л. В этих растворах также не отмечалось токсического действия на рост, окраску и тургор. При содержании золы 0.1 г/л наблюдали стимулирующее действие вытяжки золы на рост элодеи канадской, которое было достоверно выше контроля на 41–46%.

Токсическое действие проявлялось первоначально лишь при содержании золы 10 г/л и больше (50–1000 г/л). На 6-е сутки экспозиции отмечалось снижение прироста почти в 2 раза по сравнению с контролем. При увеличении экспозиции этот процесс усугублялся в большей степени.

При определении токсического действия водной вытяжки золы на нителлу было выяснено, что в диапазоне исследованных величин растворы не оказывали действия на движение протоплазмы, которое на 30-е сутки не отличалось от контрольных показателей. Концентрацию золы 1000 г/л для нителлы можно считать безвредной.

Численность светящихся бактерий в вытяжке 250 г/л не отличалась от контрольных показателей, а при 500 г/л – снижалась в 4 раза.

Выживаемость рачков *Daphnia magna* в средах с концентрацией золы 0.001–50 г/л не отличалась от интактных особей. На уровне контрольных показателей оставалась окраска тела и жировых капель, состояние кишечника, сердцебиение дафний. В растворах с содержанием золы 75 г/л все рачки погибли через 24 ч, 100 г/л – через 6 ч, 500 г/л – в течение часа, 1000 г/л – в течение 5 мин. В этих растворах гибель дафний была вызвана скорее всего высокими значениями pH вытяжки, асфиксией и механическим раздражением: дафнии приобретали стекловидный цвет, жировые капли отсутствовали, кишечник частично был забит золой, эмбрионы abortированы. Водная вытяжка золы 50 г/л при экспозиции 24 ч безвредна для ветвистоусых рачков.

Как выяснилось, вытяжки из золы Ново-Иркутской ТЭЦ оказались малотоксичными для различных организмов. В ряде случаев даже максимальные концентрации растворимых веществ в вытяжках золы порядка 500–1000 г/л оказались нетоксичными. В конечном итоге безвредная концентрация для гидробионтов определена нами как 5 г/л в среднем.



1. З е м б а С. Применение золы бурого угля для удобрения почвы // Междунар. с.-х. журн. 1980. № 3.
2. С в е т я щ и е с я бактерии / И.И. Гительзон, Э.К. Родичева, С.Е. Медведева и др. Новосибирск, 1984.
3. С т о м Д.И., И в а н о в а Г.Г., Б а ш к а т о в а Г.В., Т р у б и н а Т.П. Совместное действие некоторых ингредиентов сточных вод на движение протоплазмы // Биофизические аспекты загрязнения атмосферы. М., 1973.

НИИ биологии при Иркутском гос. ун-те  
им. А.А. Жданова

---

УДК 597.1.05.08

А.С. В а с и л ь е в

### ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ФОКУСИРОВАНИЕ – НОВЫЙ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕМОГЛОБИНА КРОВИ РЫБ

К настоящему времени электрофоретическая гетерогенность гемоглобина крови рыб, его полиморфизм и экологические особенности показаны на огромном фактическом материале [3–5, 9]. Эти данные получены методом электрофореза на различных носителях: бумаге, агаре, крахмале, полиакриламидном геле. Новые возможности дальнейшего изучения гетерогенности гемоглобина открывает применение метода изоэлектрического фокусирования (ИЭФ) – одного из наиболее эффективных методов разделения биологических макромолекул. Метод ИЭФ, основанный на разделении белков с различными изоэлектрическими точками, обеспечивает гораздо более высокое разрешение при разделении белков, чем это удастся сделать при помощи электрофореза [2]. В связи с этим можно ожидать, что использование ИЭФ как более чувствительного метода позволит получить новые сведения относительно гетерогенности гемоглобина рыб, повысить воспроизводимость результатов исследований.

Для фракционирования использовали гемоглобин 2 ранее не исследовавшихся видов костистых рыб: сома (*Silurus glanis* L.) и щуки (*Esox lucius* L.). Взятие проб крови и приготовление эритроцитарного гемолизата осуществляли по стандартной методике [3]. ИЭФ гемоглобина проводили на амфолиновых пластинках 5%-ного полиакриламидного геля (pH 3.5–9.5) на приборе Мультифор (ЛКБ, Швеция). Перед укладкой амфолиновой пластинки на охлаждающую плиту под нее подкладывали специальный трафарет с сеткой, которую хорошо видно через гель. Для обеспечения надежного контакта между охлаждающей плитой, трафаретом и амфолиновой пластинкой вмес-

Гемоглобинограммы шуки (а) и сома (б), полученные методом изоэлектрического фокусирования.

то керосина или вазелинового масла, рекомендуемых формой ЛКБ [10], использовали глицерин. Последний имеет то преимущество, что полностью растворяется уже при фиксировании амфолиновой пластинки и не мешает проведению последующей обработки. Пропитанные электродными растворами (анодный —  $1\text{M H}_3\text{PO}_4$ , катодный —  $1\text{M NaOH}$ ) полоски фильтровальной бумаги укладывали на поверхность геля на противоположных его концах, согласно трафарету. Пробы наносили с помощью маленьких фильтровальных бумажек ( $2.5 \times 10\text{ мм}$ ), которые сначала погружали в раствор гемоглобина, а затем накладывали на поверхность геля. Таким путем каждой бумажкой в гель вносится по 5 мкл индивидуального 1%-ного раствора гемоглобина. Наилучшее разделение компонентов гемоглобина происходит при внесении препарата у анода. Нанесение образцов у катода не позволяет получить столь четкие гемоглобинограммы, как в первом случае, что, возможно, обусловлено способностью амфилинов с высокими значениями pH хелировать металлопротеиды [7].

ИЭФ проводили в течение 2 ч при начальной силе тока 50 мА и напряжении 1500 В. Фильтровальные бумажки, с помощью которых наносили образцы гемоглобина, снимали с поверхности геля через 30 мин после начала ИЭФ. За это время весь гемоглобин успевал перейти с бумажки в гель, что легко зафиксировать визуально. По окончании ИЭФ пластинки фиксировали в 12,5%-ном растворе ТХУ (3 смены по 3 ч) для фиксации белков и вымывания амфилинов и окрашивали в растворе, содержащем 0,02% кумасси G-250 и 3,5% хлорной кислоты, в течение 2-3 ч [8].

Данный метод позволяет проводить безфоновую окраску гемоглобинограмм с достаточно высоким разрешением.

Параллельно проводили окрашивание части нефиксированных пластинок бензидиновым методом на выявление геминовой группы. Для ускорения проявления пероксидазной активности количество бензидина и перекиси водорода на единицу объема увеличивали на порядок в сравнении с рекомендуемыми [1]. Денситометрирование полученных гемоглобинограмм осуществляли на микроденситометре MD-100 (ГДР). При анализе гемоглобинограмм учитывали общее число компонентов, их изоэлектрические точки и относительное содержание белка, приходящееся на каждый из компонентов.

pH

9.0

8.5

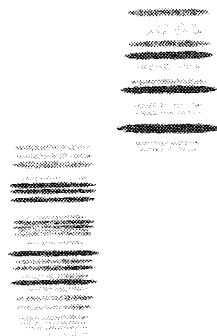
8.0

7.5

7.0

а

б



Гемоглобин сома методом ИЭФ удается разделить на 24 структурно самостоятельных компонента (см. рисунок). Компоненты гемоглобина фокусируются в нейтральной ( $pH < 8$ ) и щелочной ( $pH > 8$ ) областях pH. Крайние компоненты гемоглобинограмм имеют изоэлектрические точки ( $pI$ ) 7.59 и 8.83 соответственно в нейтральной и щелочной областях. В нейтральной области лежат 9 компонентов гемоглобина сома, на которые приходится несколько более четверти (25.76%)<sup>1</sup> от общего белка гемоглобина. Среди них по относительному содержанию белка резко выделяется один компонент ( $pI$  7.92) – 13.05%. В щелочной области располагаются остальные 15 компонентов, распределение белка между которыми также крайне неравномерно: на 5 компонентов с изоэлектрическими точками 8.04, 8.16, 8.20, 8.31 и 8.39 приходится почти 40% (39.93%), а на остальные 10 компонентов – лишь несколько более 30% (33.64%) от общего белка гемоглобина. Для гемоглобинограмм сома характерно также, что компоненты с высоким и средним содержанием белка расположены в середине гемоглобинограммы, а микрокомпоненты (компоненты с содержанием белка ниже 1% от его общего количества) – по краям гемоглобинограммы: 3 – в нейтральной области и 1 – в щелочной.

На гемоглобинограммах щуки зарегистрировано 47 компонентов (см. рисунок). Как и у сома, компоненты гемоглобина у щуки располагаются в нейтральной и щелочной областях pH, но занимаемый компонентами диапазон pH шире (6.96–8.72), что происходит за счет компонентов с нейтральными значениями изоэлектрических точек. Здесь (в нейтральной области) располагаются 32 компонента гемоглобина, на которые приходится свыше 80% (81.17%), а на 15 компонентов щелочной области – 18.14% от общего белка гемоглобина. По краям гемоглобинограмм щуки, как и сома, располагаются микрокомпоненты с содержанием белка от 0.3 до 0.94%: 3 – в нейтральной области и 6 – в щелочной. У щуки в отличие от сома не наблюдается компонентов, которые бы резко выделялись по относительному содержанию белка, и самый крупный из компонентов ( $pI$  7.58) содержит всего 4.51% от общего белка гемоглобина.

Кроме компонентов гемоглобина на изофореграммах обоих исследованных видов находится еще ряд компонентов, выявляющихся при окраске на общий белок, но не проявляющих пероксидазной активности при окраске бензидиновым методом. Вероятно, это легко-растворимые поверхностные белки внутренней цитоплазматической поверхности мембраны эритроцитов [6].

Таким образом, методом ИЭФ получены принципиально новые данные о степени гетерогенности гемоглобина крови костистых рыб (сом – 24 и щука – 47 компонентов). Ранее подобную степень гетерогенности не отмечали ни у одной из групп позвоночных жи-

---

<sup>1</sup> Здесь и ниже приведены средние значения относительного содержания белка гемоглобина.

вотных. Результаты проведенного исследования однозначно свидетельствуют о перспективности применения метода ИЭФ для фракционирования гемоглобина рыб.

## Л и т е р а т у р а

1. Богданов Л.В., Коваль Е.З., Черноиванов В.А. Рекомендации по использованию электрофоретических данных при межпопуляционном и межвидовом сравнениях. Владивосток, 1980.
2. Гааль Э., Медьешиги Г., Верецкеи Л. Электрофорез в разделении биологических макромолекул: Пер. с венг. М., 1982.
3. Лукьяненко В.И., Гераскин П.П. Новые данные о фракционном составе гемоглобинов у хрящевых ганоидов // Докл. АН СССР. 1969. Т. 185, № 5.
4. Лукьяненко В.И., Гераскин П.П., Лукьяненко В.В. Особенности фракционного состава гемоглобина у разных по высоте организации групп рыб // Вопросы эволюционной физиологии. Л., 1982.
5. Омелеченко В.Т. Электрофоретическое исследование гемоглобинов рыб Дальнего Востока // Генетика. 1974. Т. 10, № 9.
6. Основы биохимии. М., 1981. Т. 3.
7. Остерман Л.А. Исследование биологических макромолекул электрофокусированием, иммуноэлектрофорезом и радиоизотопным методами. М., 1983.
8. D a n n o G. Isoelectric focusing of protein separated by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis // Anal. Biochem. 1977. N 83.
9. H a s h i m o t o K., M a t s u u r a F. Multiple hemoglobins in fishes // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 1959. N 24.
10. W i n t e r A., E k K., A n d e r s s o n V.E. Analytical electrofocusing in thin layers of polyacrylamide gels. LKB Appl. 1977. Note 250.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

---

А.С. Литвинов, Р.Г. Ясоев

К МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЛЯ  
ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ  
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

При исследовании крупно- и мезомасштабной структуры поля температуры в поверхностном слое Рыбинского водохранилища лабораторией гидрологии Института биологии внутренних вод АН СССР в течение 1982–1984 гг. проводились скоростные термические съемки. Температура регистрировалась на ленту потенциометра на ходу судна.

Записи показали, что в период интенсивного прогрева водохранилища в течение суток температура поверхностного слоя может существенно меняться. В связи с этим возникает необходимость приведения ее к единому фиксированному моменту времени. Существует несколько приемов решения этой задачи в зависимости от тех целей, для которых они предназначаются.

Один из них заключается в том, что выполняются три последовательные съемки по одному и тому же маршруту. Это позволяет построить для каждой точки график изменения температуры воды во времени и путем интерполяции определить значения ее для всей съемки, отнесенные к единому моменту времени. При другом приеме выполняется одна съемка и одновременно с ней ведутся непрерывные наблюдения за температурой воды в наиболее характерных участках водоема. В этом случае для приведения температуры к единому моменту времени учитываются ее изменения за время съемки и вводятся соответствующие поправки [1]. Оба отмеченных приема предусматривают синхронные измерения температуры с нескольких судов. Во втором случае необходимо также иметь стационарные наблюдения в нескольких точках водоема, что далеко не всегда является возможным.

Съемка поля температуры на Рыбинском водохранилище выполнялась одним судном, а ее продолжительность составляла от 1 до 3 дн. Поэтому основной прием приведения температуры к единому моменту времени заключался в анализе ее изменений в точках пересечения разрезов. Для этого маршрут движения судна прокладывался таким путем, чтобы точки пересечения разрезов соответствовали различным моментам времени, а некоторые точки пересечения повторялись несколько раз.

При такой схеме выполнения съемки в точках пересечения разрезов образуются невязки (приращения) температуры, равные

$$\Delta t = t_2(T_1 + \Delta T) - t_1(T_1),$$

где  $t_2(T_1 + \Delta T)$  – температура в момент времени  $T_1 + \Delta T$ ,  
 $t_1(T_1)$  – температура в момент времени  $T_1$ .



Схема выполнения термической съемки и положение буев навигационной обстановки.

Отношение  $\frac{\Delta t}{\Delta T}$  показывает среднюю скорость изменения температуры в интервале времени  $(T_1, T_1 + \Delta T)$ .

Для устранения невязок (установление термодинамического равновесия) был использован итерационный метод релаксации, позволяющий последовательно в течение съемки устранить все имеющиеся невязки. Если для различных участков водохранилища невязки были различными, то применялся метод групповой релаксации [2]. В этом случае для каждого участка вычислялось изменение температуры во времени  $(\Delta t / \Delta T)$  и вводилась поправка пропорционально времени хода судна. При этом полученные для отдельных участков приращения температуры увязывались между собой. Каждая из полученных невязок позволяла не только привести температуру к единому моменту времени, но и отражала особенности теплообмена между водной поверхностью и атмосферой для соответствующего участка. При этом, чем больше градиент температуры, тем интенсивнее протекают теплообменные процессы.

Температура воды поверхностного слоя Рыбинского водохранилища, приведенная к 10 часам 16 мая, и фактически наблюдаемая 16-17 мая 1984 г.

Пункт привязки	Температура		Пункт привязки	Температура	
	наблю- даемая	при- веден- ная		наблю- даемая	при- веден- ная
	16 мая			17 мая	
Буй М1	10.4	10.4	Буй У2	14.0	12.4
Буй 9	10.9	10.8	Буй 61	12.1	10.6
Буй 12	9.4	9.2	Район Наво- лока	13.7	10.7
Буй 14	9.8	9.4	Буй 83А	13.7	10.6
Буй 17	9.2	8.4	Район Перво- майка	15.1	11.8
Район Копорья	12.1	10.9	Буй 83	13.8	10.2
Район Буя В-3	13.8	11.6	Район Леонть- евское	12.8	9.1
Буй В-2	14.5	12.0	Район буя 83А	14.1	10.5
Буй Б-1	14.4	11.4	Район буя 9	15.3	11.3
Район буя 62А	17.6	14.4	Буй М2	14.8	10.7

Если между отдельными участками водохранилища приращения температуры меняется мало, то для ее приведения можно воспользоваться арифметической прогрессией, где в качестве разности будет являться средний градиент температуры для всего поверхностного слоя. При положительной корреляции температуры воды с приходящей суммарной радиацией эта разность вводится с отрицательным знаком. Тогда приведенная температура за любой интервал времени рассчитывается по выражению

$$t_{np} = t_p - d_n,$$

где  $t_p$  — реперная температура, к которой привязывают температуру съемки;  $d_n$  — приращение градиента.

При 2-дневной термической съемке при приведении температуры на единый момент времени первого дня кроме поправки на дневные колебания температуры необходимо учитывать общее перераспределение тепла за сутки. Разница между приращениями температур в дневное и ночное время дает общее изменение теплозапаса за сутки.

В качестве примера в таблице представлены значения приведенной температуры воды и ее фактические измерения на реперных точках разрезов. Из представленных данных видно, что за период съемки разность температур за счет суточного прогрева водной массы достигала 3-4 °С. Схема выполнения съемки, охватывающей 80%

акватории водохранилища, и положение реперных точек (буи навигационной обстановки) показаны на рисунке.

Основное преимущество изложенной методики заключается в том, что термическая съемка крупного водоема производится одним судном и не требуется специальных стационарных наблюдений над температурой в характерных местах водоема. Предложенная схема проведения температуры к единому моменту времени может быть использована для крупных водоемов и позволит удовлетворительно представить температурное поле поверхностного слоя акватории в изотермах на фиксированный момент времени при любых гидрометеорологических ситуациях.

## Л и т е р а т у р а

1. И с с л е д о в а н и е течений в озерах и водохранилищах: Практическое пособие. Л., 1972.
2. К о р н Г., К о р н Т. Справочник по математике. М., 1978.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

---

УДК 539.16.08+57.088.6

С.В. М о н а к о в а, В.И. Р о м а н е н к о

### МЕТОД БЫСТРОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНОСТИ ФОСФАТОВ, МЕЧЕННЫХ $^{32}\text{P}$ И $^{33}\text{P}$ , ПОД ТОРЦОВЫМ СЧЕТЧИКОМ ГЕЙГЕРА В ВИДЕ ЖИДКИХ ПРЕПАРАТОВ

Несмотря на распространение за последнее время более совершенных сцинтилляционных счетчиков, во многих лабораториях еще применяются приборы для подсчета слабых радиоактивных излучений с использованием торцовых счетчиков Гейгера.

Ранее одним из нас был предложен метод быстрого определения радиоактивности растворимых соединений, меченных  $^{14}\text{C}$  и  $^{35}\text{S}$  [1]. Точные коэффициенты, полученные для меченого карбоната, с успехом стали применяться и для определения активности меченых растворимых органических веществ: глюкозы, ацетата, фенола и т. п.

В настоящей статье приводятся результаты определения соотношений радиоактивности жидких и сухих препаратов меченных  $^{32}\text{P}$  и  $^{33}\text{P}$  фосфатов (см. таблицу).

Радиоактивность жидких препаратов подсчитывалась на подложке из плексигласа, в которой было сделано углубление диаметром 19.1 мм, высотой 3.4 мм, вмещающее 1 мл жидкости (см. рисунок). Жидкий препарат фосфора разводили в отношении 1:10 0.1 н. раствором щелочи, 1 мл его наливали в подложку и просчитывали



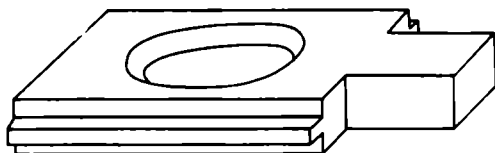
Соотношение радиоактивности сухих и жидких препаратов

Номер анализа	Радиоактивность, имп./мин		А : В
	сухой препарат А	жидкий препарат В	
$\text{Na}_2\text{H}^{32}\text{PO}_4$			
1	1468	28	52.9
2	2741	57	48.5
3	3222	66	49.0
4	15353	322	47.7
5	7582	161	47.1
6	12610	258	48.9
7	19281	381	50.6
8	9809	221	44.3
9	8144	163	50.1
10	5823	134	43.1
11	30489	705	43.3
12	15014	359	41.9
13	4810	106	45.4
14	22649	520	43.6
Среднее	-	-	46.9
$\text{Na}_2\text{H}^{33}\text{PO}_4$			
15	516	149	2.89
16	897	257	2.87
17	288	85	2.95
18	1039	307	2.96
19	374	113	3.02
20	216	72	3.33
21	280	85	3.04
Среднее	-	-	3.01

под торцовым счетчиком Гейгера БФЛ-25. Сухие препараты готовили на кусочках предметных стекол. Микропипеткой на стекло наносили 0,1 мл испытуемого раствора, который высушивали и также просчитывали под счетчиком. Жидкие препараты при многократной повторности счета, как правило, дают более стабильные результаты, поскольку жидкость имеет идеально ровную поверхность и стабильные геометрические параметры. При малых же объемах жидкости, используемых при приготовлении сухих препаратов, вариабельность значительно возрастает.

При подсчете коэффициентов для фосфора-32 нами было проделано 14 серий анализов по 10 определений в каждой с растворами изотопа с активностью от 1468 до 30489 имп./мин в 1 мл. Соотношение радиоактивности сухих и жидких препаратов изменялось

Подложка для определения радиоактивности растворов изотопа.



от 41.9 до 52.9 при средней величине 46.9. Этот коэффициент и следует применять при работе с препаратами фосфора-32.

$^{33}\text{P}$  обладает значительно большей энергией, чем  $^{32}\text{P}$ , поэтому соотношение радиоактивности сухого и жидкого препаратов невелико и более вариабельно. Нами было выполнено 7 серий анализов по 10 определений в каждой (см. таблицу). Величина коэффициентов изменялась от 2.87 до 3.33, средняя равна 3.01.

У изотопов, для которых были определены соотношения радиоактивности жидких и сухих препаратов, мы имеем следующие величины:

$^{14}\text{C}$	87.7
$^{35}\text{S}$	62.0
$^{32}\text{P}$	46.9
$^{33}\text{P}$	3.01

При равном удалении уровней поверхности жидкости от окна счетчика коэффициенты будут практически пригодны для любой пересчетной установки.

Таким образом, для определения радиоактивности используемого меченого соединения необходимо сделать разведения на 0,1 н. щелочи, налить 1 мл в плексигласовую подложку, просчитать под счетчиком Гейгера и результат (за вычетом фона) умножить на коэффициент, соответствующий данному радионуклеотиду. Окончательный расчет нужно сделать с учетом разведения.

#### Л и т е р а т у р а

1. Романенко В.И. Метод быстрого определения радиоактивности растворов  $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$  и  $\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$  // Производство и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. М.; Л., 1966.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Е.А. Соколова, И.В. Вишнякова

К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЕМБРАННЫХ ФИЛЬТРОВ  
„ВЛАДИПОР“ МФА-МА ПРИ ВЗВЕШИВАНИИ ОСАДКОВ

В гидрологии мембранные фильтры часто используются для определения массы взвешенных частиц в воде [1], карбонатов и сульфатов при анализе общей радиоактивности растворов, меченных  $^{14}\text{C}$  и  $^{35}\text{S}$  [2].

Во всех этих случаях предварительно находят исходную, а после фильтрования пробы – массу фильтра с осадком. При изменении массы мембран в процессе фильтрования могут быть получены ошибочные конечные результаты. До сих пор для таких работ использовали фильтры Мытищинской фабрики. Сейчас их производство сокращено и налажен выпуск новых мембран марки „Владипор“.

В заводской инструкции к новым мембранным фильтрам рекомендуется удалять глицерин, который содержится в мембранах в качестве пластификатора, путем 10-минутного выдерживания в дистиллированной воде.

Мы произвели определение потерь массы фильтров марки „Владипор“ МФА-МА после выдерживания их в воде в течение 10, 20, 30, 40 и более минут.

Время вымачивания, мин	Масса сухих фильтров, мг
0	44.2 $\pm$ 2.4
10	30.9 $\pm$ 1.9
20	30.2 $\pm$ 1.9
30	29.9 $\pm$ 1.9
40	29.6 $\pm$ 1.9
60	29.3 $\pm$ 1.9
120	29.26 $\pm$ 1.9
180	29.26 $\pm$ 1.9

Всего было обработано 60 фильтров. Наиболее интенсивная потеря массы происходит за первые 10 мин вымачивания фильтров, в дальнейшем потери уменьшаются. Через 30–40 мин от начала обработки теряется уже незначительное количество массы – десятые доли миллиграмма, лишь через 2–3 ч вымачивания со сменой воды масса фильтров становится стабильной.

Таким образом, при использовании мембранных фильтров марки „Владипор“ в гидрологии следует иметь в виду, что после вымачивания их в течение 10 мин они пригодны лишь для грубых навесок,

при выполнении более точных работ на аналитических весах их следует вымачивать при частой смене воды не менее 2-3 ч.

### Л и т е р а т у р а

1. З и м и н о в а Н.А. Количественная характеристика взвесей Рыбинского водохранилища // Биологические аспекты изучения водохранилищ. М.; Л., 1963.
2. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: Лабораторное руководство. Л., 1974.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

---

ИНФОРМАЦИИ	Стр.
Отчетная сессия лаборатории гидрологии и гидрохимии (В.Н. С к л я р е н к о) . . . . .	3
СООБЩЕНИЯ	
П а н а с е н к о в Ю.В., П а н ч у к о в а С.В. Эксперимен- тальная оценка влияния химических соединений, содержащихся в снеге, на естественные микробные комплексы водохранилища	5
Р о м а н е н к о В.И., П е р е с Е й р и с М., П у б л и е - н е с М.А. Потери органического вещества планктонными водо- рослями в водохранилищах Кубы . . . . .	7
В и ш н я к о в а И.В., Р о м а н е н к о В.И. Выделение $CO_2$ ряской ( <i>Lemna minor</i> L.) в процессе дыхания в зависи- мости от температуры . . . . .	10
Г е н к а л С.И. О тератологии некоторых видов диатомей рода <i>Stephanodiscus</i> Ehr. . . . .	14
Б а к а н о в А.И. Бентос Чебоксарского водохранилища . . . . .	18
М и н с а р и н о в а Б.К. Жизненные циклы <i>Chironomus plu-</i> <i>mosus</i> L. и <i>Ch. behningi</i> Goetgh. в Капчагайском во- дохранилище (Diptera, Chironomidae) . . . . .	22
Б р а т ч и к Р.Я., К у л а к о в а О.В. Дорзомедиальное воору- жение туловища <i>Eocyzicus orientalis</i> Daday (Crustacea, <i>Conchostraca</i> ) . . . . .	26
С к а л ь с к а я И.А. Наидиды ( <i>Naididae</i> , <i>Oligochaeta</i> ) в зо- оперифитоне побережья Рыбинского водохранилища . . . . .	30
А н д р е е в а А.М. О структуре гемоглобина некоторых видов семейства <i>Acipenseridae</i> . . . . .	33
Б а з а р о в М.И., К о з л о в с к и й С.В. О вертикальном распределении тюльки в Куйбышевском водохранилище . . . . .	36
С л ы н ь к о Ю.В. Коэффициенты инбридинга и структура вида <i>Abramis brama</i> L. . . . .	39
Ш е р б и н а Г.Х. О питании линя на серых илах оз. Виштынец- кого . . . . .	43
К а р н а у х о в Г.И. Возрастная динамика фракционного состава гемоглобина крови белого и пестрого толстолобиков . . . . .	47
М а р т е м ь я н о в В.И. Динамика концентрации кортикостерона и электролитов в сыворотке крови леща при стрессе . . . . .	51
Д а ц е н к о Ю.С. Обесцвечивание вод в водохранилище питьевого назначения . . . . .	54
Р о ш у п к о В.Ф. К вопросу о соотношении между цветностью и перманганатной окисляемостью вод Ивановского водохранилища	58
Д ю н д и к О.Б., О с и п о в а Е.В., К а з а р и н о в а Т.Ф., Д н е п р о в с к а я Н.М. О токсичности водных вытяжек бу- роугольной золы в связи с ее использованием в сельском хозяй- стве . . . . .	62

В а с и л ь е в А.С. Изоэлектрическое фокусирование – новый вы- сокоэффективный метод фракционирования гемоглобина крови и др. . . . .	64
Л и т в и н о в А.С., Я с о в е е в Р.Г. К методике исследования структуры поля температуры в поверхностном слое Рыбинского водохранилища . . . . .	68
М о н а к о в а С.В., Р о м а н е н к о В.И. Метод быстрого определения радиоактивности фосфатов, меченных $^{32}\text{P}$ и $^{33}\text{P}$ , под торцовым счетчиком Гейгера в виде жидких препаратов . . .	71
С о к о л о в а Е.А., В и ш н я к о в а И.В. К использованию мембранных фильтров „Владипор“ МФА–МА при взвешивании осадков . . . . .	74

	Page
INFORMATION	
Report session of Laboratory of hydrology and hydro-chemistry (V.N. S k l y a r e n k o).....	3
ARTICLES	
P a n a s e n k o v Ju. V., P a n t c h u k o v a S. V. Experimental evaluation of the effect of chemicals contained in snow, on natural microbial complexes of a reservoir .....	5
R o m a n e n k o V. I., P e r e z E y r i s M., P u b i e n e s M. A., The losses of organic mate- rial by plankton algae in reservoirs of Cuba .....	7
V i s h n y a k o v a I. V., R o m a n e n k o V. I. Temperature dependent CO <sub>2</sub> excretion during respi- ration in duckweed ( <i>Lemna minor</i> L.) .....	10
G e n k a l S. I., On the teratology of some diatoms species of the genus <i>Stephanodiscus</i> Ehr. ....	14
B a k a n o v A. I., The benthos of the Tcheboksary reservoir .....	18
M i n s a r i n o v a B. K., Life cycles of <i>Chironomus</i> <i>plumosus</i> L. and <i>Ch. behningi</i> Goetgh. in the Kapt- chagai reservoir (Diptera, Chironomidae) .....	22
E r a t c h i k R. Ja., K u l a k o v a O. V., The dor- somedial chaetotaxy of the body of <i>Eocyzicus orien-</i> <i>talis</i> Daday (Crustacea, Conchostraca) .....	26
S k a l s k a j a I. A., The naidids (Naididae, Oligochaeta) of the coastal zooperiphyton of the Rybinsk re- servoir .....	30
A n d r e e v a A. M., On the haemoglobin structure of some species of the family Acipenseridae .....	33
B a z a r o v M. I., K o z l o v s k y S. V., Vertical distribution of kilka in the Kujbyshev reservoir ...	36
S l y n k o Ju. V., The inbreeding coefficients and species structure of <i>Abramis brama</i> L. ....	39
S h c h e r b i n a G. H., The feeding of tench at the grey silts of the lake Vyshtynetskoje .....	43
K a r n a u k h o v G. I., The age dependence dyna- mics of a blood haemolobin fractions in <i>Hypophthalmi-</i> <i>chthys molitrix</i> .....	47
M a r t e m i a n o v V. I., The dynamics of corticos- terone and electrolytes concentrations in the bream blood plasma under stress conditions .....	51
D a t s e n k o Ju. S., Water discoloration in a drink water reservoir .....	54

R o s h c h u p k o V.F. On an interrelation between coloration and permanganate oxidizing of the water of Ivankovo reservoir . . . . .	58
D j u n d i k O.B., O s i p o v a E.V., K a z a r i - n o v a T.F., D n e p r o v s k a j a N.M. On the toxicity of water extracts of a brown coal ash in connection with its use in agriculture . . . . .	62
V a s i l j e v A.S. Isoelectric focusing as a new highly effective method of fractionation of fish blood hemoglobin . . . . .	64
L i t v i n o v A.S., J a s o v e e v R.G. On a method of investigation of the surface layer of Rybinsk reservoir . . . . .	68
M o n a k o v a S.V., R o m a n e n k o V.I. The method of the fast evaluation of radioactivity of phosphates marked with $^{32}\text{P}$ and $^{33}\text{P}$ , using X-ray counter and liquid preparations . . . . .	71
S o k o l o v a E.A., V i s h n j a k o v a I.V. The use of membrane filters "Vladipor" MFA-MA in a weighing of sediments . . . . .	74



БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 75

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод

Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина

Технический редактор Е.Н. Никитюк

Корректор Н.И. Журавлева

ИБ № 33013

Подписано к печати 18.08.87, М-14356. Формат 60х90 1/16. Бумага  
офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,00. Усл. кр-отт. 5,25.  
Уч.-изд. л. 4,88. Тираж 1150. Тип. зак. № 1782. Цена 75 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство „Наука“.

Ленинградское отделение.

199034, Ленинград, В-34, Менделеевская лин., 1.

---

Ордена Трудового Красного Знамени Первая типография  
издательства „Наука“.

199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12.