

06
И-71

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

88

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД им. И. Д. ПАПАНИНА
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
№ 88



ЛЕНИНГРАД
„НАУКА“
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1990

Academy of Sciences of the USSR

I.D. Papanin 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 88

УДК 574.5(28)

Бюллетень включает статьи по фито- и зоопланктону, высшим водным растениям, систематике, экологии и биохимии водных организмов. Рассматриваются методические вопросы.

Представляет интерес для ботаников, зоологов, гидробиологов, ихтиопатологов.

Ответственный редактор В.И. ЛУКЬЯНЕНКО

Рецензенты: А.И. КУЗЬМИЧЕВ, В.Н. НИКУЛИНА

Научное издание

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
Информационный бюллетень N 88

Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР

36878п

Редактор издательства Л.А. Бабушкина
Технический редактор Е.М. Черножукова
Корректор Э.Г. Рабинович

ИБ N 44371

Сдано в набор 24.02.90. Подписано к печати 19.07.90.
М-34144. Формат 60x90 1/16. Бумага офсетная № 1.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 6. Усл. кр.-от. 6.24.
Уч.- изд. л. 4.74. Тираж 700. Тип. зак. N 325.
Цена 95 к.

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

Б 1903040100-617 513-90. II полугодие © Институт биологии
042(02)-90 внутренних вод АН СССР, 1990

Л.Г. Корнева

О ВЕРТИКАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ФИТОПЛАНКТОНА
В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ПОДЛЕДНЫЙ ПЕРИОД

Известно, что зима – отнюдь не заключительный этап вегетации водорослей планктона [8]. В ряде водоемов подледный период характеризуется их высоким обилием. Чаще всего в состав зимних альгоценозов входят виды, которые встречаются в том же водоеме в период открытой воды. Подледное развитие фитопланктона может быть обусловлено фитофлагеллятами – хризомонадами, криптомонадами, вольвоксовыми, эвгленовыми и холодолюбивыми перидиниями. Используя свою способность к активному передвижению, эти организмы обычно концентрируются в поверхностных слоях воды, подо льдом, в отдельных случаях достигая биомассы 92 г/м^3 [4]. Подледные скопления могут образовывать и нитчатые синезеленые, что отмечено в Алольских озерах [1] и озерах Латгальской возвышенности [11]. Подобное явление давно превратилось в серьезную проблему для многих норвежских [15] и шведских озер [14].

Обычно выделяют комплекс *Oscillatoria rubescens* (D.C.) Gom. и *O. agardhii* Gom. Многие авторы склонны считать, что подледная вегетация синезеленых – признак высокой степени эвтрофирования водоема. При этом водоросли могут концентрироваться не только в поверхностных слоях воды, но и в придонных, что свидетельствует о их приспособленности к низкой освещенности. В таких условиях клетки синезеленых способны к делению и сохраняют свой фотосинтетический аппарат [12]. Кроме того, отсутствие света влечет за собой переход к гетеротрофному обмену [6]. Подледное развитие свойственно и диатомовым водорослям. Особенно часто упоминают о зимнем «цветении» представителей рода *Aulacosira* [4, 10]. Как правило, речь идет об *A. islandica* (O.Müll.) Sim. Подледные альгологические исследования на р.Амуре показали, что этот вид способен локализоваться на нижней кромке льда, образуя своеобразную зимнюю экологическую группировку – «криоперифитон» [13]. Иногда скопления *A. islandica* обнаруживают и в придонных горизонтах [11].

Для Рыбинского водохранилища давно уже известно явление подледного «цветения» аулакозирой (мелози-

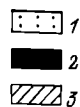
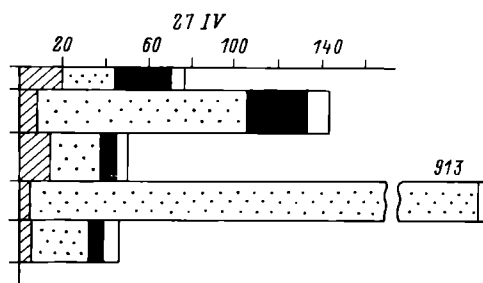
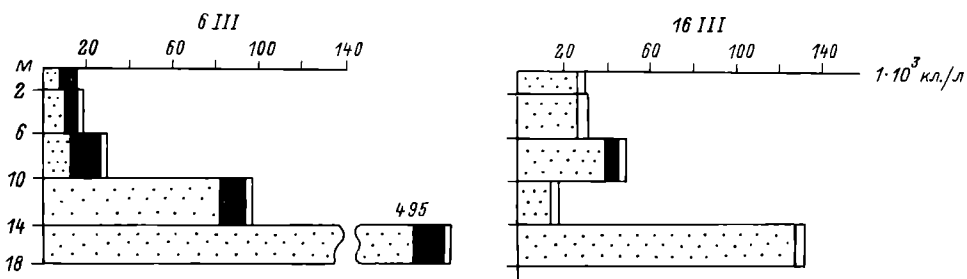
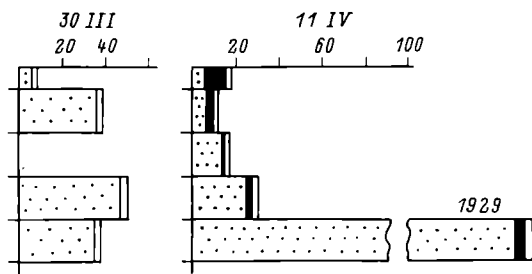
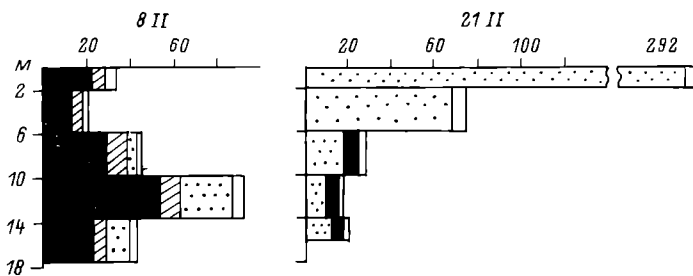
рой) [2, 3, 7]. В феврале 1988 г. на одной из стандартных станций водоема (ст. 9 у пос. Брейтово) при толщине снега 5–10 см под нижней кромкой льда биомасса этого вида достигала 15 г/м^3 (пробу отбирали шлангом), что сравнимо с величинами весеннего максимума биомассы водорослей планктона. В этот момент в воде наблюдалось большое количество изолированных дисковидных хлоропластов, освобожденных из разрушенных и отмирающих створок *Aulacosira*. Подобное явление может быть связано с увеличением концентрации пигментов фитопланктона при стабильности его биомассы подо льдом [5], так как учет последней проводится на основании неразрушенных, живых клеток. Внеклеточный хлорофилл, хорошо сохраняющийся при низкой температуре, может давать значительный прирост в содержании пигментов. В 40-сантиметровом слое льда наряду с *Aulacosira islandica* был обнаружен *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg. Оба эти вида обычно завершают осеннюю вегетацию фитопланктона водохранилища. Однако их клетки оказались практически пустыми, остатки хлоропластов занимали пристенное положение. Биомасса водорослей составляла 2 г/м^3 . В 20-сантиметровом слое льда встречались лишь пустые створки *Aulacosira islandica*, биомасса которых не превышала 0.5 г/м^3 . Таким образом, активная вегетация популяции этого вида наблюдалась в тонком слое на границе лед-вода.

В период наших наблюдений с февраля по апрель 1979 г., проводившихся с двухнедельным интервалом на 5 горизонтах на ст. Бор-Дорки, не обнаружено подледного «цветения» аулакозирой. Это могло быть связано и со способом отбора проб. Материал собирали традиционно – метровым батометром системы Элгморка. В феврале величина снежного покрова

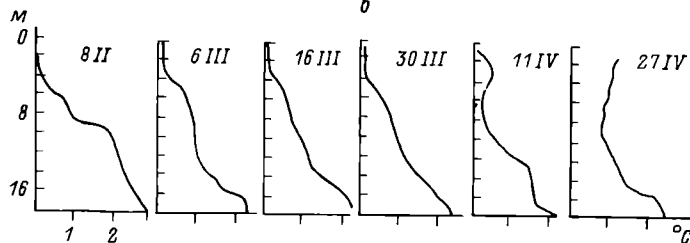
Изменение вертикального распределения численности фитопланктона (а) и температуры воды (б).

Водоросли: 1 – синезеленые, 2 – зеленые, 3 – диатомовые. По оси ординат – глубина, по оси абсцисс: для а – численность ($1 \cdot 10^3$ кл./л), б – температура воды ($^{\circ}\text{C}$).

α



β



составляла 20-30 см, а толщина льда достигала 105 см. За период исследования суммарную численность фитопланктона создавали в основном зеленые – *Sce-
nedesmus spinosus* Chod., *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn., *M. arcuatum* (Kors.) Hind., *Binuclearia lauterbornii* (Schmidle) Pr.-Lavr. – и синезеленые водоросли – *Oscillatoria lauterbornii* Schmidle, *Gloeocapsa punctata* Nag. ampl. Hollerb., *Pediochloris parallela* (Szaf.) Geitl., *Aphanothece clathrata* f. *brevis* (Bachm.) Elenk. Большая часть их концентрировалась или в поверхностных слоях, где можно уловить некоторое количество света, или в придонных, где температура воды всегда выше (см. рисунок). В частности, в апреле численность *Oscillatoria lauterbornii*, характерной для гипolimниона [11], в нижних горизонтах достигала $1-2 \cdot 10^6$ кл./л.

В целом можно отметить, что во время исследований основную часть зимнего периода водоросли, численно представленные синезелеными, предпочитали придонные слои воды. Такое вертикальное распределение фитопланктона было обусловлено, по-видимому, обратной температурной стратификацией и микроциркуляционными процессами. Быстро адаптируясь к условиям низкой освещенности путем перехода на гетеротрофный тип питания, они здесь размножались и в свою очередь служили объектом питания для богатого зооценоза, формирующегося на этих же горизонтах [9]. Однако для оценки состояния зимнего фитопланктона Рыбинского водохранилища, учитывая биологические особенности *Aulacosira islandica*, следует использовать кроме батометра и другие орудия лова. Иначе может происходить постоянный недоучет биомассы этого вида – важного компонента зимних альгоценозов.

Литература

1. Афанасьев Е.А., Ястремский В.В. Подледная вегетация синезеленых водорослей в Алольских озерах // Тр. ГосНИИ озер и реч. рыб. хоз-ва. Л., 1982. Вып. 185.
2. Гусева К.А., Ильинский А.Л. О забивании рыболовных сетей диатомовой водорослью *Melosira islandica* в период зимнего «цветения» Рыбинского водохранилища // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1959. N 9.
3. Елизарова В.А. Динамика и распределение фито-

- планктона в Рыбинском водохранилище // Водные сообщества и биология гидробионтов. Л., 1985.
4. **Кожова О.М.** О подледном «цветении» озера Байкал // Ботан. журн. 1959. Т. 44, N 7.
 5. **Кожова О.М., Паутова В.Н.** Исследование экологии планктонных водорослей водоемов байкальского региона // Вод. ресурсы. 1984. N 3.
 6. **Кузьменко М.И.** Миксотрофизм синезеленых водорослей и его экологическое значение. Киев, 1981.
 7. **Кузьмин Г.В., Балонов И.М.** О подледном «цветении» воды Рыбинского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1974. N 21.
 8. **Лаврентьева Г.М.** Особенности развития зимнего фитопланктона в малых озерах Северо-Запада // Тр. ГосНИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. Л., 1981. Вып. 162.
 9. **Ривьер И.К.** Состав и экология зимних зоопланктонных сообществ. Л., 1986.
 10. **Трифорова И.С.** Состав и продуктивность фитопланктона разнотипных озер Карельского перешейка. Л., 1979.
 11. **Трифорова И.С.** Особенности структуры и динамика биомассы фитопланктона в озерах с разным уровнем содержания биогенных элементов // Изменение структуры экосистем озер в условиях возрастающей биогенной нагрузки. Л., 1988.
 12. **Черноусова В.М., Сиренко Л.А., Арендарчук В.А.** Локализация и физиологическое состояние массовых видов синезеленых водорослей в позднеосенний и весенний периоды // Цветение воды. Киев, 1968.
 13. **Юрьев Д.Н., Лебедев Ю.М.** Развитие ледового перифитона р. Амур в связи со световым фактором // Ботан. журн. 1988. Т. 73, N 11.
 14. **Neubaus M.** Algal water-blooms under iccover // Verh. Int. Ver. theor. und angew. Limnol. 1984. Bd 22, T. 2.
 15. **Sculberg O.** Blue-green algae in Lake Mjose and other Norwegian lakes // Progr. Water Technol. 1980. Vol. 12, N 2.

Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина
АН СССР

Н.Ю. Метелёва

СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ ФИТОПЛАНКТОНА
В УГЛИЧСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Исследования фитопланктона верхневолжских водохранилищ проводились преимущественно в Ивановском и Рыбинском. Фитопланктон же Угличского водохранилища, заполненного в 1940 г., изучен гораздо менее, и сведений о его фотосинтетических пигментах в литературе нет.

Используя концентрацию хлорофилла «а» как общепринятый показатель продуктивности фитопланктона и водоема в целом [1], мы в 1985 г. выполнили работу по оценке уровня содержания фотосинтетических пигментов фитопланктона Угличского водохранилища. Материал собирали на 7 русловых и 2 мелководных станциях с мая по сентябрь (рис. 1). Пробы отбирали интегрально из горизонта 0–2 м и от поверхности воды до дна батометром Францева–Руттнера. Анализ пигментов выполняли по стандартной спектрофотометрической методике [8]. Фитопланктон концентрировался из 0.5–1 л воды на мембранных фильтрах марки Сынпор N 1. Экстракты пигментов для спектрофотометрии готовили по принятой методике [4]. Концентрацию хлорофиллов рассчитывали по формулам Джефри и Хамфри [5], феопигменты – по Лоренцу [6], растительные каротиноиды – по формуле Парсонса и Стрикленда [7].

Концентрация хлорофилла «а» в фотическом слое русловых станций водохранилища колебалась от 1.2 до 25.8 мкг/л, «b» – от 0.2 до 2.1, «с» – от 0.3 до 2.5 мкг/л, растительных каротиноидов – от 1.1 до 13.4 мк SPV/л,¹ феопигментов – от 0.1 до 6.3 мкг/л. Наиболее часто встречаются следующие величины пигментов:

Хлорофилл, мкг/л:	
«а»	1–5
«b»	0.5–1.0
«с»	0.5–1.0
Каротиноиды, мк SPV/л	1–5
Феопигменты, мкг/л	0.1–2.0

¹ мк SPV/л – единица измерения каротиноидов, близкая к 1 мкг.

Рис. 1. Карта-схема русловых (1-7) и мелководных (4а, 5а) станций Угличского водохранилища.

1 - Грехов ручей, 2 - с. Красное, 3 - выше г. Калязина, 4, 4а - р. Нерль, 5, 5а - р. Медведица, 6 - ниже г. Кимры, 7 - р. Дубна.



Среди зеленых пигментов количественно выделялся основной компонент фотосинтетического аппарата клетки - хлорофилл «а». На его долю приходилось более 80 % суммы хлорофиллов. Из дополнительных пигментов за все время наблюдений преобладал специфический пигмент диатомовых водорослей - хлорофилл «с», его концентрации достигали 20 %. Содержание хлорофилла «b», пигмента зеленых водорослей, как правило, было меньшим, но в отдельные сроки и на отдельных станциях (3, 6, 7) также поднималось до 20 %. Каротиноидов (к) было меньше, чем хлорофилла «а» (хл); отношение к/хл колебалось от 0.4 до 0.8 (наиболее часто 0.6-0.7), что указывает на благоприятные условия для роста клеток фитопланктона [2].

Во всех пробах были обнаружены продукты распада хлорофилла - феопигменты. Их абсолютное содержание оказалось небольшим - 0.1-2 мкг/л, в отдельных случаях оно достигало 6.3. Последняя величина отмечена в период летнего максимума хлорофилла. В среднем за сезон относительное содержание феопигментов составляло 25 % от суммы с «чистым» хлорофиллом «а».

За время наблюдений между пробами верхнего 2-метрового слоя воды и пробами «поверхность-дно» каких-либо закономерных различий по уровню содержания пигментов выявить не удалось:

	0-2 м	0-дно
Хлорофилл, мкг/л:		
«а»	6.9	5.5
«b»	0.6	0.5
«с»	0.9	0.7
чистый, «а»	5.7	4.5
Каротиноиды, мк SPV/л	4.3	3.5
Феопигменты, мкг/л	1.8	1.4

Рассматривая сезонную динамику пигментов фитопланктона, в водохранилище можно отметить небольшой пик хлорофилла «а» в мае, который обусловлен массовым появлением диатомовых водорослей (более чем 90 % от всей численности и биомассы). По всему водоему наблюдалось обильное развитие *Stephanodiscus minutulus* Round [3]. Наряду с менее выраженным майским четко прослеживался летний пик (конец июля-начало августа) хлорофилла «а» с максимальными величинами 13-25 мкг/л, который хорошо согласовывался с биомассой фитопланктона, представленной в это время также диатомовыми. Повсеместно домини-

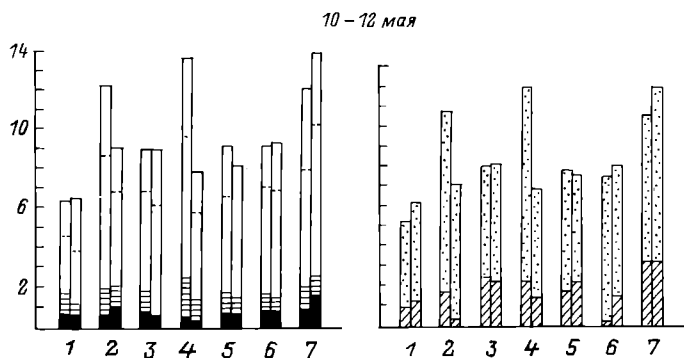


Рис. 2. Содержание фотосинтетических пигментов в фитопланктоне водохранилища.

1 - хлорофилл «а», 2 - хлорофилл «b», 3 - хлорофилл «с», 4 - каротиноиды, 5 - чистый хлорофилл «а», 6 - феопигменты. По оси ординат - концентрации пигментов: хлорофиллы, мкг/л, каротиноиды, мк SPV/л; по оси абсцисс - обозначения станций те же, что и на рис. 1.

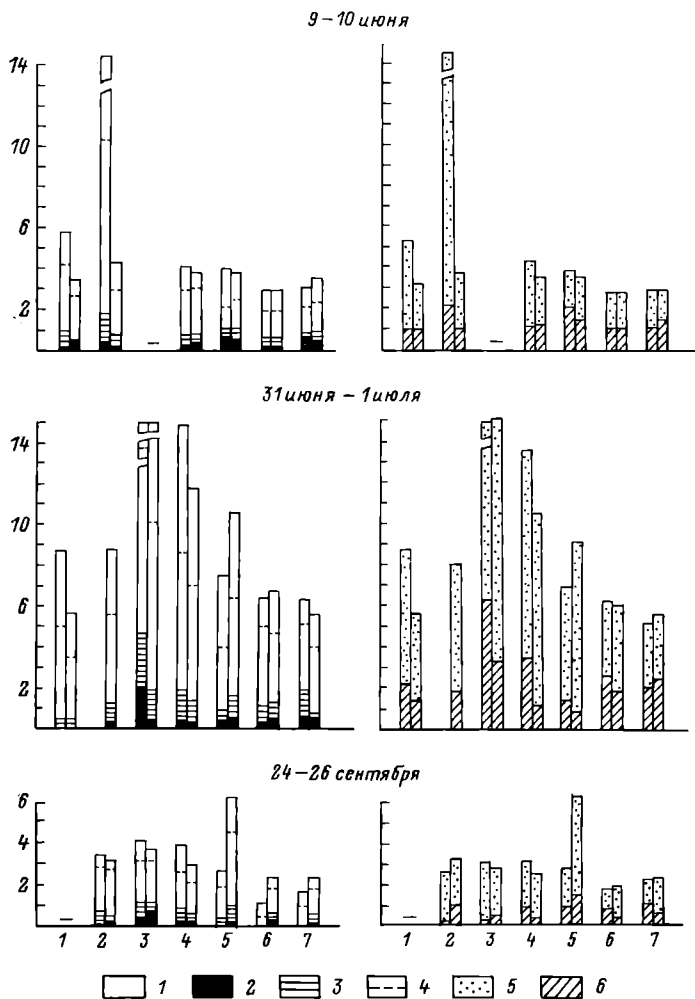


Рис. 2 (продолжение).

ровала *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs. с сопу-
ствовавшей ей *M.italica* subsp. *subarctica* O.Müll.
им принадлежало около 99 % от общей биомассы [3].

Распределение пигментов по акватории водохрани-
лища было неравномерным (рис. 2). Это видно как по
данным в отдельные сроки, так и по средним величин-
ам хлорофилла «а» (мгк/л) за весь период наблюде-
ний по станциям 1-7:

№ станции	Хлорофилл «а»
1	5.1
2	10.7
3	15.7
4	7.6
5	4.8
6	4.1
7	4.4
<hr/>	
Средневзвешенная	7.5

Более высокие концентрации пигментов наблюдали
на станциях 2-4, что соответствует данным по био-
массе фитопланктона. На мелководных станциях 4а и
5а (рис. 11) средневзвешенное содержание хлорофил-
ла «а» составляло 22 и 11 мгк/л с максимальными
концентрациями 85 и 26 мгк/л соответственно, что в
1.5-3 раза выше, чем на русловых.

Таким образом, по уровню содержания хлорофилла
«а» (5.4 мгк/л за безледный период) Угличское
водохранилище можно отнести к группе мезотрофных
водоемов. Отмечается отчетливая тенденция снижения
содержания пигментов в нижних его участках по
сравнению с верхними в летний и осенний периоды,
что свидетельствует о процессах самоочищения водо-
ема и отсутствии в нем вторичного загрязнения.

Литература

1. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов.
Минск, 1960.
2. Елизарова В.А. Состав и содержание раститель-
ных пигментов в водах Рыбинского водохранилища
// Гидробиол. журн. 1973. Т. 9, № 2.
3. Ляшенко О.А. О фитопланктоне Угличского водо-
хранилища // Биология внутренних вод: Информ.
бюл. Л., 1988. № 80.
4. Пырина И.Л., Сигарева Л.Е. Содержание пигмен-

тов фитопланктона в Иваньковском водохранилище в 1973-1974 гг. // Биология низших организмов. Рыбинск, 1978.

5. Jeffrey S.W., Humphrey G.F. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c_1 and c_2 in higher plants algae and natural phytoplankton // Biochem. und Physiol. Pflanz. 1975. Bd 167, N 2.
6. Lorenzen C.I. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations // Limnol. and Oceanogr. 1967. Vol. 12, N 2.
7. Parsous T.R., Strickland I.D.H. Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments with revisend equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids // J. Mar. Res. 1963. Vol. 21, N 3.
8. Scor-Унеско. Determination of photosynthetic pigments // Determination of photosynthetic pigments in sea-water. Paris, 1966.

Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Паланина
АН СССР

УДК 556.114.7(285.2) + 57.086.3(285.2)

М.А. Белова

**ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
МИКРОФЛОРЫ, УЧАСТВУЮЩЕЙ В ДЕСТРУКЦИИ
РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ
В ЛИТОРАЛИ ОЗЕРА СЕВАН**

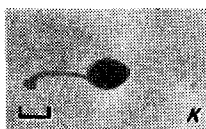
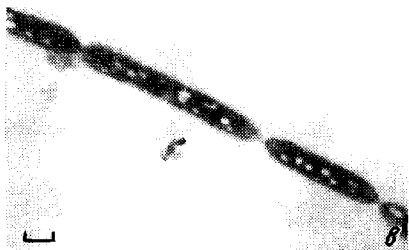
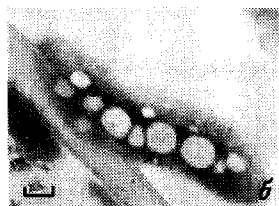
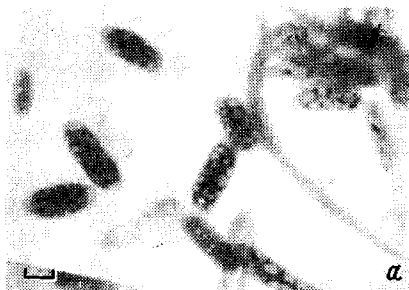
Цель настоящей работы – краткое описание морфологических форм микроорганизмов, участвующих в процессах деструкции растений 2 видов: тростника южного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Steud.) и рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus* L.) в литорали оз. Севан в экспериментальных условиях. В июле-августе 1984 г. в период активной вегетации собирали эти растения, доминирующие в озере. Их разрезали на фрагменты длиной 1-2 см и по 25 г сырой массы растительного материала вносили в капроновые мешки из мелкочаеистого сита. Последние экспонировали *in situ* в литорали озера

при температуре $(19.60 \pm 0.26) ^\circ\text{C}$ в течение 40 сут. Через определенные интервалы времени часть мешков снимали и в стерильной воде готовили суспензию разлагающегося материала, каплю которой наносили на электронно-микроскопические сетки, покрытые коллодиевой пленкой. Препараты фиксировали в парах формалина, высушивали при комнатной температуре и просматривали под электронным микроскопом «Tesla-BS 613».

Микроорганизмы, участвующие в процессах деструкции макрофитов в оз. Севан, различались по форме клеток. На начальных стадиях разложения число их было незначительным, преобладали различные палочковидные бактерии. На 3-5-е сутки опыта численность бактерий резко возросла и к 10-20-м суткам на рдесте и тростнике она достигла максимума. На этом этапе деструкции наблюдалось и наибольшее разнообразие форм микроорганизмов: преобладали крупные палочки с включениями, отмечались их скопления, одиночные палочки, соединенные в цепочки тяжами или непосредственно одна с другой (см. рисунок, а-в). Аналогичные формы бактерий при разложении растительных остатков наблюдали и другие авторы [4, 5]. Вероятно, значительный объем бактериальных клеток обусловлен высокими концентрациями питательных веществ в растительном субстрате [1].

Одновременно присутствовали крупные короткие палочки с включениями (см. рисунок, г), а также нитчатые формы (д, е). Некоторые из них по морфологическим признакам подобны *Cytophaga*. Развитие таких микроорганизмов связано с разрушением целлюлозной оболочки растительных клеток [7]. Их наличие отмечалось уже на 3-и сутки наблюдений, и на 10-е — количество микроорганизмов значительно увеличилось и продолжало оставаться на таком же уровне до конца опыта. Бактерии типа *Hyphomicrobium* и *Caulobacter* были обнаружены на 10-20-е сутки и присутствовали в смешанной микрофлоре в течение всего периода наблюдений (см. рисунок, ж-к). В это же время снизилась общая численность микроорганизмов на рдесте и тростнике и произошло обеднение их морфологических форм, что, по мнению Олах [5], свидетельствует о высокой степени разложения детрита или растительных остатков.

Доминирующие в водной толще и придонных горизонтах оз. Севан формы бактерий, описанные ранее [2, 3], аналогичны таковым на разлагающихся макро-



Формы микроорганизмов, обнаруженных на разлагающихся тканях тростника и рдеста в оз. Севан.

Шкала 1 мкм. Обозначения в тексте.

фитах – тростнике и рдесте в литорали озера. Нами были обнаружены и одинаковые формы некоторых редких микроорганизмов – *Eurythmrobium* и *Caulobacter* [2]. Данное обстоятельство может свидетельствовать о том, что в процессах деструкции макрофитов участвует автохтонная микрофлора озера и ее развитие начинается еще на молодых растениях с последующим изменением видовой структуры в процессе роста, отмирания и разложения водных растений. Эта точка зрения была высказана Роджерс и Брин [6].

Литература

1. Громов Б.В. Строение бактерий. Л., 1985.
2. Лаптева Н.А., Тифенбах О.И. Электронно-микроскопические исследования микрофлоры озера Севан // Экспериментальные и полевые исследования гидробионтов озера Севан. Ереван, 1984.
3. Тифенбах О.И. Микробиологическая характеристика микроорганизмов в оз. Севан // Биология внутренних вод: Информ.бюл. Л., 1982. N 55.
4. Bastardo H. Laboratory studies on decomposition of littoral plants // Pol.arch.hydrobiol. 1979. T. 26, N 3.
5. Olach J. Leaching, colonization and stabilization during detritus formation. Detritus and its role in aquatic ecosystems // Mem. Ist. ital. idrobiol. 1972. 29 suppl.
6. Rogers K.H., Breen C.M. Decomposition of *Potamogeton crispus* L.: The effect of drying on the pattern of mass and nutrient loss // Aquatic Bot. 1982. Vol. 12.
7. The Prokaryotes. A handbook on habitats, isolation and identification of Bacteria. Berlin; Heidelberg ; New York. 1981. Vol. 1, 2.

Институт озероведения АН СССР

А.И. Спивак, Е.А. Зиллов, Д.И. Зубков,
Д.И. Стом

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОКСИКАНТОВ НА КОМПОНЕНТЫ ПЛАНКТОНА ОЗЕРА БАЙКАЛ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАДИОУГЛЕРОДНОГО МЕТОДА

Хозяйственное освоение региона оз. Байкал создает необходимость токсикологической оценки влияния загрязнителей на экосистему водоема. В настоящее время приоритетными поллютантами для озера можно считать нефтепродукты, содержание которых в водах главного притока оз. Байкал – р. Селенги достигает 0.4–26.2 мг/л, фенольные соединения (до 0.4 мг/л), тяжелые металлы (для разных элементов от 0.009 до 0.08 мг/л). Нефтепродукты (0.6–9.6 мг/л) и тяжелые металлы (0.005–0.28 мг/л) определяются в озере в 1.5 км от устья р. Селенги [3]. Токсикологическая оценка с использованием только монокультур гидробионтов не может считаться исчерпывающей для прогнозирования влияния загрязнителей в природных условиях в силу наличия факторов системного характера, существенно меняющих картину взаимодействия токсиканта с гидробионтами в биоценозах [1, 5]. Нами предпринята попытка определить действие фенольных соединений, нефтепродуктов и тяжелых металлов на тест-систему, выделенную из водоема и включающую зоо-, фито- и бактериопланктон.

Применяемая методика мало отличалась от описанной в литературе [4]. Пробы байкальского планктона отбирали в августе–сентябре 1987 г. в районе пос. Большие Коты. Фильтрованием через мельничный газ удаляли ракообразных, добавляли радиоактивную метку ($\text{Na}_2\text{C}^{14}\text{O}_3$) в индикаторных количествах и выдерживали в термостатических условиях (10–12 °C) на свету (1000 лк) в течение 2 ч. Затем вносили зоопланктон, после экспозиции (7 ч) фиксировали и разделяли планктон на размерные фракции: зоопланктон – фильтрованием через газ, фитопланктон – через фильтр с диаметром пор 1.5 мкм, бактериопланктон – через фильтр с диаметром пор 0.23 мкм. Число повторностей составляло 4–16. В опытные сосуды вносили добавки токсикантов, контролем служили сосуды без их добавления.

© А.И. Спивак,

Е.А. Зиллов, Д.И. Зубков, Д.И. Стом, 1990

Внутренний фонд ИД. Наказание

АН СССР

2 БВВ №88

БИБЛИОТЕКА

ИЗБ. № 36878 л

В предварительных опытах установили, что при выдерживании меченых проб с зоопланктоном в течение 1 ч на свету, усвоение ими метки (25 % от активности фито- и бактериопланктона) ниже, чем при помещении проб после внесения зоопланктона в темноту (40 % от активности фито- и бактериопланктона). С увеличением срока экспозиции без зоопланктона до 10 ч обнаружили, что выдерживание проб после его внесения в течение 2 ч на свету вызывает существенное (в 5^x) снижение уровня накопления метки бактериями по сравнению с пробами, находившимися после добавления зоопланктона в течение 2 ч в темноте.

Результаты опытов (см. таблицу) указывают на то, что пирокатехин, дизельное топливо и хлорид кадмия (соответственно 0.4, 0.5 и 0.1 мг/л) угнетают ассимиляцию углерода бактериями, хотя в более

Влияние токсикантов на ассимиляцию
неорганического ^{14}C природным планктоном

Концентрация токсиканта, мг/л	Удельная радиоактивность, % к контролю*		
	фито- планк- тона	зоо- планк- тона	бактерио- планк- тона
Пирокатехин			
0.004	118±33	65±12	429±42
0.040	186±26	82±15	703±130
0.400	102±33	49±9	70±4
Дизельное топливо			
0.005	182±46	172±22	751±123
0.050	509±170	167±41	1041±320
0.500	106±21	66±19	67±11
Хлорид кадмия			
0.001	130±34	50±10	463±108
0.010	110±18	68±7	376±38
0.100	152±20	173±21	86±2

*В контроле радиоактивность для фитопланктона составляла $(3.17 \pm 0.41) \cdot 10^2$, для зоопланктона — $(4.47 \pm 0.46) \cdot 10^2$, для бактериопланктона — $(0.86 \pm 0.02) \cdot 10^2$ имп./ (мин·л).

низких концентрациях вызывают увеличение поглощения метки бактериями (для органических загрязнителей – пропорционально концентрации). Данные по ассимиляционной активности фитопланктона демонстрируют стимулирующее действие пирокатехина (до 0.04 мг/л), дизельного топлива (до 0.05 мг/л) и хлорида кадмия (до 0.1 мг/л) на водоросли, хотя высокие концентрации (0.4–0.5 мг/л) двух первых угнетали активность водорослей. Следует отметить, что при оценке влияния пирокатехина на фитопланктон (без внесения зоопланктона) мы обнаружили снижение фотосинтетической активности на 20 % после добавления пирокатехина в концентрации 0.004 мг/л и на 50 % – в концентрации 0.04 мг/л. Это еще раз подтверждает предположение о повышенной буферности более сложных систем, высказанное М.М. Камшиловым [1] на основе анализа действия фенола на модельные экосистемы.

Так как главный компонент зоопланктона в оз. Байкал – копепода *Epishura baikalensis* Sars. – фильтратор [2], результаты измерения накопления метки зоопланктоном в токсической среде позволяют говорить о снижении фильтрационной активности в присутствии пирокатехина (0.004–0.400 мг/л), дизельного топлива (0.5 мг/л) и хлорида кадмия (0.001–0.010 мг/л). В то же время низкие концентрации дизельного топлива (до 0.05 мг/л) стимулировали поглощение метки зоопланктоном. Увеличение содержания последней при высокой (0.1 мг/л) концентрации хлорида кадмия можно объяснить повышением активности зоопланктона, связанной с начальной фазой токсического шока.

Полученные нами данные еще раз демонстрируют перспективность использования многокомпонентных тест-систем в экотоксикологии [5] и подтверждают существенные различия в ответах систем разной сложности на стресс [1].

Литература

1. Камшилов М.М. Экспериментально-биоценологический подход к борьбе с загрязнениями водоемов // Вод. ресурсы. 1977. N 5.
2. Кожова О.М., Ащепкова Л.Я., Кузеванова Е.Н., Мельник Н.Г. Многолетняя динамика численности планктонных *Copepoda* Байкала // Гидробиол. журн. 1986. Т. 22. N 6.

3. **Строганов Н.С.** Токсическое загрязнение водоемов и деградация водных экосистем // Итоги науки и техники. Общая экология. Биоценология. Гидробиология. М., 1976. Т. 3.
4. **Baars M.A., Oosterhuis S.S.** Zooplankton grazing in natural water with high concentration of ^{14}C -bicarbonate // Hydrobiol. Bull. 1985. Vol. 19, N 1.
5. **Cairns J.** The case for direct measurements of environmental response to hazardous materials // Water Resour. Bull. 1986. Vol. 22, N 5.

НИИ биологии
при Иркутском университете

УДК 574.5.08

Н.М. Минеева, В.А. Попельницкий

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОТОСИНТЕЗА ФИТОПЛАНКТОНА
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
ФЛУОРЕСЦЕНТНЫМ И КИСЛОРОДНЫМ МЕТОДАМИ**

В практике гидробиологических исследований все более широкое применение находят новые оперативные методы контроля состояния водных экосистем, дающие возможность сбора большого объема информации в сжатые сроки. В связи с их использованием возникает необходимость сопоставления данных, получаемых с помощью новых и традиционных подходов.

Настоящая работа выполнена с целью сравнительного анализа результатов измерения интенсивности фотосинтеза фитопланктона флуоресцентным и стандартным кислородным скляночным методами. Материал собран на Рыбинском водохранилище 9-13 августа 1986 г. и 30 мая-9 июня 1987 г. Интенсивность фотосинтеза определяли в склянках, которые заполняли водой из верхнего 2-метрового слоя и помещали в проточный палубный инкубатор, располагая при этом «светлые» склянки на глубинах 0.05, 0.15, 0.25 и 0.5 м. Наряду с суточной использовали краткосрочные экспозиции: в 1986 г. - 2-6-часовую, в 1987 г. склянки экспонировали с 21 ч, заканчивая опыты в 5, 9, 13, 17 и 21 ч следующих суток. Содержание растворенного кислорода измеряли по Винклеру [1], интенсивность фотосинтеза находили по

разнице концентраций O_2 в «светлых» и «темных» склянках.

Флуоресцентное определение фотосинтеза осуществляли с помощью флуориметра, сконструированного в Красноярском государственном университете [3]. Скорость выделения кислорода за единицу времени ($\Delta O_2/\Delta t$) рассчитывали по формуле [4]

$$\Delta O_2/\Delta t = b \cdot C_{\text{хл}} \cdot \Delta\Phi/\Phi_{\text{н}} \cdot I_0/I_{\text{эт}},$$

где b – коэффициент пропорциональности, $C_{\text{хл}}$ – концентрация хлорофилла «а» в склянке после окончания опыта, $\Delta\Phi$ и $\Phi_{\text{н}}$ – уровни флуоресценции хлорофилла до и после добавления ингибитора электронного транспорта фотосинтеза (симазина) при возбуждении флуоресценции светом ($I_{\text{эт}}$), совпадающим по спектральному составу и интенсивности с областью фотосинтетически активной радиации (ФАР) в инкубаторе (I_0).

Энергию ФАР измеряли фотоинтегратором [5]. В августе 1986 г. и 31 мая 1987 г. прибор находился на воздухе, а световую энергию для соответствующих глубин в баке получали расчетным путем [2]. В остальных опытах приборы располагали в инкубаторе на глубинах 0.1 и 0.5 м, облученность на уровне склянок определяли графически. Для количественной характеристики фитопланктона использовали концентрацию хлорофилла „а“ в исходной воде по данным спектрофотометрического анализа [6]. В составе фитопланктона весной преобладали диатомовые, летом – синезеленые водоросли. При этом содержание хлорофилла (соответственно 8–22 и 13–100 мкг/л) было характерным для сезонных максимумов развития фитопланктона.

Сопоставление параллельных измерений скорости фотосинтеза показало, что значения, полученные 2 методами, не различаются статистически (см. таблицу). Количественная связь между ними описывается уравнением

$$\Phi_{\text{фл}} = 0.019 + 1.11\Phi_{O_2} \quad (n = 50, r = 0.83),$$

где n – объем выборки, r – коэффициент корреляции. Результаты флуориметрического определения интен-

Интенсивность фотосинтеза по данным
кислородного и флуоресцентного методов
при различной экспозиции проб

Дата	Хлоро- филл в исход- ной пробе, мкг/л	Время свето- вой экспо- зиции, ч	Энергия ФАР, Вт/м ²	Фотосинтез, мг O ₂ /(л·ч)	
				по кисло- роду (Φ _{O₂})	по флуо- ресцен- ции (Φ _{фл})

1986 г.

9 VIII	61.9	15*	170	0.295	0.508
	102	15*	102	0.241	1.027
	13.2	15*	103	0.106	0.231
10 VIII	16.6	15*	91	0.096	0.191
	24.6	4	31	0.270	0.340
	24.6	15*	124	0.195	0.220
13 VIII	14.4	15*	206	0.114	0.226
	21.1	15*	148	0.151	0.225
	19.9	15*	91	0.106	0.188
	44.5	2	136	0.660	0.933
	44.5	4	107	0.598	0.402
	44.5	6	94	0.515	0.370

1987 г.

31 V	22.4	17*	172	0.102	0.266
	22.4	17*	118	0.099	0.210
	22.4	17*	88	0.090	0.190
4 VI	14.3	4	18	0.112	0.088
	14.3	4	9	0.105	0.051
	14.3	4	4	0.050	0.020
	14.3	8	57	0.095	0.141
	14.3	8	38	0.085	0.064
	14.3	8	26	0.072	0.074
	14.3	8	11	0.056	0.028
	14.3	8	73	0.098	0.174
	14.3	8	50	0.092	0.112
	14.3	8	34	0.089	0.079
	14.3	17*	70	0.087	0.161
	14.3	17*	46	0.067	0.111
	14.3	17*	30	0.070	0.083
	14.3	17*	12	0.051	0.037
6 VI	9.2	4	44	0.082	0.056
	9.2	4	22	0.072	0.045

Таблица (продолжение)

Дата	Хлоро- филл в исход- ной пробе, мкг/л	Время свето- вой экспо- зиции, ч	Энергия ФАР, Вт/м ²	Фотосинтез, мг O ₂ /(л·ч)	
				по кисло- роду (Φ _{O₂})	по флуо- ресцен- ции (Φ _{фл})
9 VI	9.2	4	10	0.072	0.016
	9.2	8	91	0.069	0.098
	9.2	8	51	0.072	0.079
	9.2	8	29	0.055	0.032
	9.2	8	8	0.040	0.013
	9.2	12	112	0.041	0.084
	9.2	12	65	0.036	0.099
	9.2	12	38	0.033	0.028
	9.2	17*	102	0.064	0.068
	9.2	17*	58	0.068	0.098
	9.2	17*	32	0.062	0.039
	9.2	17*	9	0.029	0.012
	8.5	4	34	0.067	0.082
	8.5	4	19	0.092	0.024
	8.5	4	10	0.052	0.020
	8.5	8	87	0.060	0.095
	8.5	8	52	0.082	0.039
	8.5	8	32	0.042	0.051
	8.5	8	11	0.035	0.017
	8.5	12	103	0.079	0.069
	8.5	12	64	0.070	0.079
	8.5	12	39	0.107	0.053
	8.5	17*	95	0.058	0.086
	8.5	17*	57	0.068	0.094
	8.5	17*	34	0.059	0.044
	8.5	17*	12	0.035	0.018

*Суточная экспозиция проб.

сивности фотосинтеза, измеренного в области светового насыщения (50–135 Вт/м² ФАР [7]), как правило, превышали данные, полученные при использовании кислородного метода: $\Phi_{фл} = (1.1-1.5)\Phi_{O_2}$, в отдельных случаях $\Phi_{фл} = (2-2.5)\Phi_{O_2}$. Это расхождение возрастало при суточной экспозиции проб с макси-

мальным для каждого сезона содержанием хлорофилла. В августе при концентрации пигмента 100 мкг/л оно было 4-кратным. Обратное соотношение ($\Phi_{\text{фл}} < \Phi_{\text{O}_2}$)

было отмечено весной при световых условиях, лимитирующих фотосинтез (энергии ФАР 8-38 Вт/м²), а также в первые 4 ч светлого времени суток после пребывания водорослей в темноте.

Таким образом, в условиях Рыбинского водохранилища оба метода дают сравнимые результаты. Различия между ними возрастают при увеличении времени экспонирования проб и особенно велики в период массового развития синезеленых водорослей.

Литература

1. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973.
2. Арэ Ф.Э., Толстяков Д.Н. О проникновении солнечной радиации в воду // Метеорология и гидрология. 1969. N 6.
3. Гольд В.М., Гаевский Н.А., Григорьев Ю.С., Гехман А.В., Попельницкий В.А. Теоретические основы и методы изучения флуоресценции хлорофилла. Красноярск, 1984.
4. Попельницкий В.А., Шатров И.Ю., Гаевский Н.А., Гольд В.М. Вариабельная флуоресценция хлорофилла «а» как показатель фотосинтетической активности водорослей // Комплексные исследования экосистем бассейна реки Енисей. Красноярск, 1985.
5. Пырина И.Л. Подводный фотоинтегратор // Гидробиол. журн. 1965. Т. 1, N 2.
6. Lorenzen C.J., Jeffrey S.W. Determination of chlorophyll in sea water. UNESCO technical paper in marine science 35. Paris, 1980.
7. Yentsch C.S. Light attenuation and phytoplankton photosynthesis // The Physiological Ecology of Phytoplankton: Studies in Ecology. 1980. Vol. 7.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина АН СССР
Красноярский государственный университет

Т.Ю. Землянична, С.Б. Мустаев

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА В РЫБОВОДНЫХ ПРУДАХ

При исследовании водоемов рыбохозяйственного назначения предпринимаются попытки выведения коэффициентов вылова рыбы в зависимости от величины интегральной первичной продукции фитопланктона [1]. В связи с этим возникает необходимость ее экспрессной оценки. Разработка экспресс-метода определения интегральной первичной продукции явилась целью настоящего исследования.

Эксперименты выполнены в 1985–1987 гг. на 20 прудах площадью 0.001–0.007 км² со средней глубиной 1 м и прозрачностью 0.2–0.4 м. Рыбу выращивали с использованием интенсивной технологии [3]. Плотность посадки годовиков карпа составила 1–4, а двухгодовиков – 0.6–1 млн шт./км². В прудах поддерживали 10–15-суточный водообмен, раз в 7–10 сут вносили негашеную известь из расчета 15–30 тыс. кг/км². Пруды удобряли согласно биологической потребности фитопланктона, определяемой скляночным методом в кислородной модификации, параллельно измеряя продукцию и деструкцию органического вещества в воде. Применяли также искусственную аэрацию воды. Контроль за гидрохимическим режимом прудов осуществляли по общепринятой методике [4]. Для определения продукции и деструкции органического вещества склянки с прудовой водой экспонировали в течение половины светового дня на 4 горизонтах: на поверхности (x_0), половине глубины прозрачности по диску Секки (x_1), глубине прозрачности (x_2 , у дна (x_3). Полученные данные обработали по программам регрессионно-корреляционного анализа, связь интегральной продукции фитопланктона под 1 м² (y) с интенсивностью фотосинтеза на разных глубинах была следующей:

1986 г.

$$y = 1.11 + 2.27 x_2^{0.5} \quad 0.82$$

1987 г.

$$y = -4.42 + 3.56 x_0^{0.5} \quad 0.64$$

$$y = -2.80 + 3.38 x_1^{0.5} \quad 0.60$$

$$y = 1.89 + 3.56 x_2^{0.5} \quad 0.84$$

$$y = 4.00 + 2.91 x_3^{0.5} \quad 0.65$$

1985-1987 гг.

$$y = (2.30 \pm 1.49) + (0.41 \pm 0.20) x_0 \quad 0.62$$

$$y = (3.74 \pm 1.30) + (0.39 \pm 0.20) x_1 \quad 0.54$$

$$y = (2.88 \pm 0.77) + (0.54 \pm 0.12) x_2 \quad 0.80$$

$$y = (5.80 \pm 1.16) + (0.50 \pm 0.21) x_3 \quad 0.55$$

Интегральную первичную продукцию рассчитывали по интенсивности фотосинтеза, полученной на одной глубине. Для этого проанализировали 800 проб первичной продукции, полученных на 4 горизонтах, и вывели зависимость между интегральной продукцией фитопланктона и значениями валового фотосинтеза на разных глубинах. Отдельно по годам данную зависимость аппроксимировали степенные модели, в среднем за все годы – линейные. Все коэффициенты регрессии значимы. Пользуясь предложенными уравнениями, легко рассчитать суммарную первичную продукцию. Поскольку самые высокие коэффициенты корреляции получены для интегральной продукции и скорости фотосинтеза на глубине прозрачности, последнюю предпочтительнее измерять именно на этой глубине. В данном случае средняя ошибка аппроксимации составляет 22 %. В работе В.Д. Степанова [2] точность определения интегральной продукции по результатам измерений фотосинтеза на 3 горизонтах составила 4.6, на 2 – 16.3 %.

В связи с тем что в прудах не было выявлено заметной химической и температурной стратификации,

основная причина более высокой корреляции между продукцией фотосинтеза на глубине прозрачности и ее интегральной величиной заключается, по-видимому, в условиях освещенности. Известно, что более высокая фотосинтетическая активность фитопланктона объясняется их лучшей обеспеченностью биогенами и повышенной мутностью воды, уменьшающей эффект светового подавления на глубине 0.3 м [8]. В других опытах максимум фотосинтеза располагался на глубине 0.25 м, при этом четко проявлялось поверхностное фотоингибирование [7]. Показано также [6], что при возрастании мутности воды зарегистрирована наиболее высокая скорость фотосинтеза. Методом радиоавтографии установлено, что зона оптимального фотосинтеза, в частности синезеленых водорослей, ограничивается глубиной 0.5 м [5].

Отношение интенсивности фотосинтеза к суммарному фотосинтезу под единицей площади различно на разных глубинах. Наименьшие его колебания наблюдаются в промежуточных между поверхностью и дном зонах. Возможно, что существует оптимальный слой, где действует минимум случайных факторов и можно ожидать наиболее четкую и устойчивую связь между величиной фотосинтеза и суммарной первичной продукцией. Наши опыты подтвердили это положение. В интенсивно эксплуатируемых рыбоводных прудах зона с минимальным колебанием вышеуказанного отношения близка к глубине прозрачности.

Таким образом, для определения интегральной первичной продукции в интенсивно эксплуатируемых прудах с выходом рыбопродукции 500–700 т/км² и прозрачностью воды 0.2–0.4 м достаточно измерить скорость фотосинтеза на глубине прозрачности и произвести расчеты по формуле

$$y = (2.88 \pm 0.77) + (0.54 \pm 0.12) x,$$

где y – суммарная первичная продукция, г O_2 /м²; x – скорость фотосинтеза на глубине прозрачности, мг O_2 /л. Это позволяет значительно сократить объем выполняемых операций и с вероятностью 78 % определять интегральную продукцию фотосинтеза под единицей площади водоема.

Литература

1. Остроумов Н.А. Планирование вылова рыбы и условия первичной продукции в Камском (Пермском) водохранилище // Первичная продукция морей и внутренних вод. Минск, 1961.
2. Степанов В.Д., Акимов В.А. Типовая динамика кислорода в рыбоводных прудах // Вопросы интенсификации прудового рыбоводства. М., 1981. Вып. 31.
3. Федорченко В.И. Технологические аспекты выращивания рыбы при высоком уровне интенсификации // Вопросы интенсификации прудового рыбоводства. М., 1986. Вып. 49.
4. Шестерин И.С., Розова Т.Л., Богданова Л.А. Инструкция по химическому анализу воды прудов. М., 1984.
5. Щербак В.И., Кузьменко М.И. Интенсивность фотосинтеза фитопланктона на различных глубинах фотической зоны // Гидробиол. журн. 1987. Т. 23, N 2.
6. Elliot E.T., Castanares L.G., Permuter D. Trophic-level control of production and nutrient dynamics in an experimental planktonic community // Oikos, 1983. Bd 41, N 1.
7. Grobbelaar J.U. Phytoplankton productivity in turbid waters // J.Plankton Res. 1985. Vol. 7, N 5.
8. Sinada F., Karim A. Primary production and respiration of the phytoplankton in the Blue and White Niles at Khartoum // Hydrobiologia, 1984. Deel 110, N 21.

ВНПО по рыбоводству
Министерства рыбного хозяйства СССР

УДК 582.261/296

С.И. Генкал

О СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ

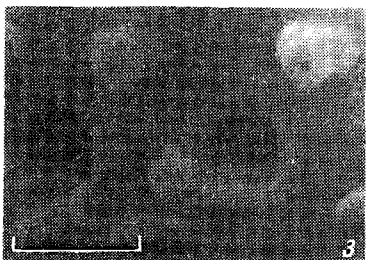
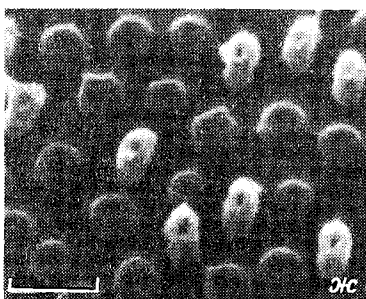
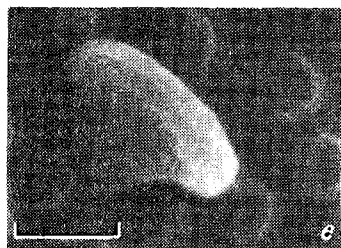
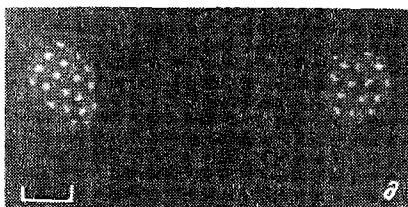
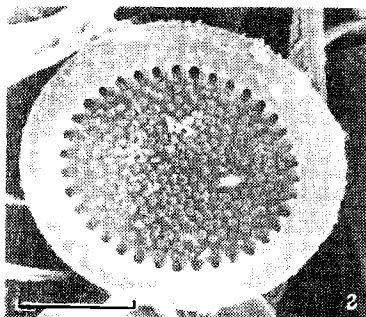
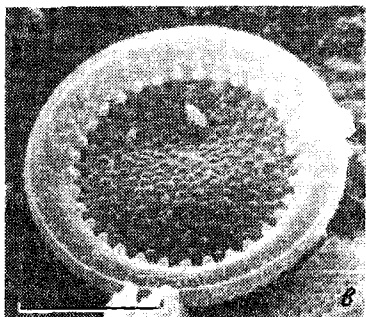
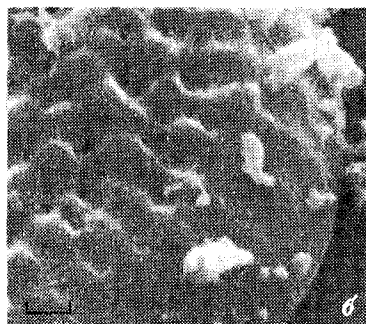
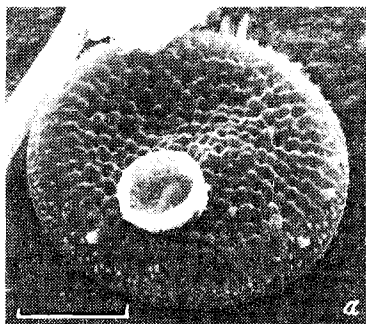
STEPHANODISCUS DUBIUS VAR. *ARCTICUS* SECZKINA

В работе по диатомовым оз. Эльгыгытгын Т.В. Сечкина [5] приводит описание нового таксона – *Stephanodiscus dubius* var. *arcticus* Seczkina, отмечая

при этом, что он сходен с *S. dubius* subsp. *sibirica* Skabitsch. из оз. Фролиха и отличается от последнего только овальной формой створки. Электронно-микроскопическое изучение *S. dubius* subsp. *sibiricus* выявило морфологические особенности панциря, что позволило перевести этот таксон в другой род с образованием новой комбинации *Cyclostephanos sibiricus* (Skabitsch.) Genkal et Popovsk. [1]. Несколько ранее был описан новый вид - *Cyclostephanos costatus* Log., Lupik. et Churs. из верхнеплиоценовых отложений Камчатки [2]. Позднее эти же авторы предложили новую комбинацию *C. costatus* var. *sibiricus* (Skabitsch.) Lupik. на основании изучения голоценовых отложений из бассейна р. Лены, взяв в качестве базинима *Stephanodiscus dubius* subsp. *sibirica* Skabitsch. и сведа в синонимику *S. dubius* var. *arcticus* Seczkina [3].

Основными отличительными признаками описанной var. *sibiricus* от var. *costatus* являются больший размер ареол, значительная ширина вставочных ободков, многочисленность центральных выростов с опорами и наличие шипов. В диагнозе для var. *costatus* приводится диаметр ареол 0.2-0.3 мкм, а для var. *sibiricus* - 1.1-1.3 мкм [3]. Замеры по опубликованным микрофотографиям (3: с. 212, рис. 3; с. 213, рис. 3, 5; с. 216, рис. 6) дают следующие диаметры ареол: для var. *costatus* - 0.4-0.66 мкм, для var. *sibiricus* - 0.57 мкм. По нашим материалам, размеры ареол на створках формы из оз. Эльгыгытгын варьировали от 0.55 до 2 мкм (см. рисунок), а у популяции из оз. Фролиха - от 0.17 до 0.61 мкм, что говорит об отсутствии гиагуса по этому признаку между var. *costatus* и var. *sibiricus*.

Согласно диагнозу центральных выростов с опорами у var. *costatus* их отмечено от 7 до 37, а у var. *sibiricus* - 50-120 [3]. По нашим материалам, в популяциях из оз. Фролиха число выростов на створках варьировало от 12 до 67, а из оз. Эльгыгытгын - от 9 до 37. Отсюда следует, что этот признак весьма непостоянный и число выростов у var. *sibiricus* перекрывает таковое у var. *costatus*. Третий признак, по которому описанная разновидность отличается от типовой, - отсутствие у последней шипов. Как было показано нами ранее [1], у формы из оз. Фролиха встречаются панцири нескольких типов: обе створки одного панциря имеют шипы, последние находятся только на одной створке и, наконец, на обеих створках шипы отсутствуют. В



Электронные микрофотографии створок *Cyclostephanos costatus* Log., Lupik. et Churs.

а, б- внешняя поверхность; в, г - внутренняя поверхность; д - строение ареол; е - внутренняя часть двугубого выроста; ж - внутренняя часть выростов с опорами на створке; з - внутренняя часть краевых выростов с опорами. а-г, е-з - СЭМ; д - ТЭМ. Масштаб: 1 мкм (б, д-з) и 10 мкм (а, в, г).

сборах из оз. Эльгыгытгын также встречались створки как с шипами, так и без них. Следовательно, этот признак в данном случае не имеет таксономической ценности.

Для выделения *var. sibiricus* остался один отличительный признак — несколько большая (2.0–3.5 мкм), чем у типовой (1.7–1.8 мкм), ширина вставочных ободков. На наш взгляд, выделять новую разновидность на основании этого признака нецелесообразно по ряду причин. Во-первых, ширина вставочных ободков не относится к основным признакам [4]. Во-вторых, вполне возможно, что при изучении других популяций данного вида диапазон изменчивости этого признака будет расширен, как это случилось, например, с числом центральных выростов с опорами при изучении материала из озер Фролиха и Эльгыгытгын.

В описании *Stephanodiscus dubius var. arcticus* максимальные размеры створок не превышают 33.8 мкм [5], в нашем же случае встречались экземпляры, у которых они достигали 46.6 мкм. При подсчете числа штрихов в 10 мкм на рисунке, помещенном при первоописании, их оказалось 7–9, в диагнозе указывается 10, в исследованном нами материале — 5–8. Отличительной особенностью популяции из оз. Эльгыгытгын является местоположение центральных выростов с опорами в вогнутой части створки. В материале из оз. Фролиха нам встречались створки, в которых они либо сосредоточены в вогнутой части, либо рассеяны по всей поверхности створки. Сопоставление морфологических признаков у изученных популяций из озер Фролиха и Эльгыгытгын красноречиво свидетельствует о конспецифичности этих форм.

Cyclostephanos costatus Log., Lupik. et Churz., Логинова, Лупикина, Хырцевич [2]: 170, рис. 1, 2.

Synonym: *Stephanodiscus dubius* subsp. *sibirica* Skabitsch. [6]: 149, рис. 1; *S. dubius var. arcticus* Seczkina [5]: 43, рис. 1; *Cyclostaphanos sibiricus* (Skabitsch.) Genkal et Popovsk. [1]: 7–10, рис. 1, 2; *C. costatus var. sibiricus* (Skabitsch.) Lupik. [3]: 138, табл. VI, VII.

Створки овальной или круглой формы, диаметром 21.1–60 мкм, ребер 5–8 длиной 10 мкм. Ареолярные штрихи 1–2-рядные, у края створки (см. рисунок, а–д). Многочисленные центральные выросты с опорами располагаются на всей поверхности или в вогнутой части створки и окружены 2 подпорками. Краевые выросты с опорами имеются на каждом ребре. Единственный двугубый вырост располагается на расстоянии

приблизительно 0.5 радиуса створки от ее центра. Щель ориентирована параллельно радиусу или под углом к нему. Отдельные ребра на загибе створки имеют шипы и хорошо заметны круглые основания на местах их утери. Загиб створки перфорирован (см. рисунок, а-э).

Литература

1. Генкал С.И., Половская Г.И. О систематическом положении *Stephanodiscus dubius* subsp. *sibirica* Skabitsch. // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1984. N 64.
2. Логинова Л.П., Лупкина Е.Г., Хурсевич Г.К. О новом представителе рода *Cyclostephanos* Round и его стратиграфическом значении // Докл. АН СССР. 1984. Т. 28, N 2.
3. Логинова Л.П., Лупкина Е.Г., Хурсевич Г.К. Эволюционное изменение некоторых видов рода *Cyclostephanos* Round в течение плиоцена-голоцена // Новые и малоизвестные виды ископаемых животных и растений Белоруссии. Минск, 1986.
4. Предложения для стандартизации терминологии и диагнозов по диатомовым водорослям // Ботан. журн. 1977. Т. 62, N 2.
5. Сечкина Т.В. Новые диатомовые из грунтов озера Эльгыгитгын Анадырского района // Ботан. матер. Отд. споров. раст. БИН АН СССР. 1956. Т. 11.
6. Скабичевский А.П. О фитопланктоне и кремнеземках озера Фролиха (Забайкалье) // Тр. Иркут. гос. ун-та. Сер. биол. 1953. Т. 7.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина АН СССР

Л. А. Ижболдина

К ВОПРОСУ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ МЕЙО- И МАКРОФИТОБЕНТОСА В ОЗЕРЕ БАЙКАЛ (ВОДОРΟΣЛИ)

В фитобентосе Байкала наибольшее видовое разнообразие характерно для водорослей относительно узкой (от 40–50 до 400–500 м) полосы вдоль его побережья. Исследования, проведенные нами в 1961–1987 гг., показали, что среди них в озере особенно велико количество видов синезеленых (37) и зеленых (35). Всего к настоящему времени обнаружено 97 видов и разновидностей водорослей, входящих в состав мейо- (талломы 0.5–2 мм) и макрофитобентоса (талломы более 2 мм). В количественном отношении преобладают зеленые водоросли, среди которых много эндемиков, в том числе представителей родов *Draparnaldioides* C.Meyer et Skabitsch., *Ireksokonia* S.Meyer, *Chaetocradiella* C.Meyer et Skabitsch., *Mixonemopsis* C.Meyer, *Gemmiphora* Skabitsch., *Cladophora* Kütz. и *Chaetomorpha* Kütz.

Круглогодичные наблюдения позволили выделить 2 группы водорослей, отличающиеся по продолжительности периода вегетации [2]. Это виды, развивающиеся в течение круглого года и не имеющие заметных сезонных колебаний фитомассы (эндемичные виды родов *Cladophora*, *Chaetocradiella*, *Gemmiphora*, а также *Stratonostoc*, *Calothrix*, *Tolypothrix* и др.), и группа водорослей с коротким периодом вегетации, дающих в течение года один пик фитомассы (*Ulothrix*, *Tetraspora*, *Ireksokonia*, *Draparnaldioides*, *Tetrasporopsis* и др.) [1].

В развитии макрофитов литоральной зоны озера (глубины до 20 м) выделены 4 биологических сезона, отличающихся по количественному развитию водорослей и структуре фитоценозов. Наибольшее разнообразие и обилие мейо- и макрофитов наблюдается в летний период (вторая половина июня–сентября), когда кроме видов, растущих круглый год, встречаются в массе водоросли с коротким периодом вегетации. В это время четко выражено 5 описанных ранее [5, 6] растительных поясов, сменяющих друг друга по вертикали. Три первых пояса (первый формируется за счет *Ulothrix zonata* Kg., второй – *Tetraspora cylindrica* (Wahlenb.) Ag.var. *bullosa* C.Meyer и *Didymosphenia geminata* (Lingb.) M.Schmidt., в третьем

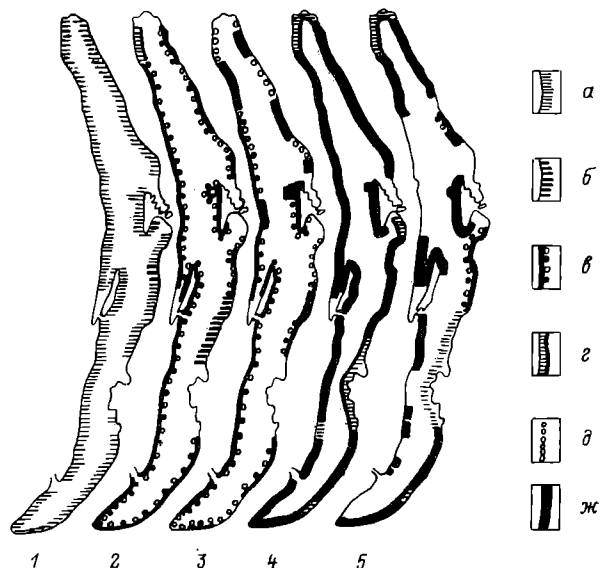


Рис. 1. Характер распределения доминирующих и субдоминантных видов макрофитов вдоль открытых побережий оз. Байкал в летний период на твердом (1-3) и мягком (4, 5) грунте.

1-5 - растительные пояса; а - ассоциации, в которых доминирующие (ДВ) и субдоминантные (СВ) виды - широко распространенные водоросли разных отделов; б - в ассоциации ДВ - широко распространенные водоросли, СВ - эндемичные и широко распространенные водоросли; в - в ассоциации ДВ - эндемичные, СВ - эндемичные и широко распространенные водоросли; г - в ассоциации ДВ - широко распространенные и СВ - эндемичные водоросли; д - в ассоциации ДВ - синезеленые водоросли, СВ - эндемичные зеленые и широко распространенные виды водорослей разных отделов; ж - в ассоциации ДВ и СВ - эндемичные водоросли.

обычно доминирует 9 видов эндемичного байкальского рода *Draparnaldioides*) расположены в литоральной зоне озера и продуцируют основную массу водорослей в весенне-осенний период. Два пояса сублиторальной зоны (глубины от 20 до 75 м) образуют хорошо переносящие пониженную освещенность, медленно растущие эндемики из отдела зеленых водорослей (*Cladophora meyerii* Skabitsch., *C. pulvinata* C. Meyer, *Chaetoclediella microscopica* C. Meyer et Skabitsch., *Chaetomorpha curta* Skabitsch).

Таким образом, в оз. Байкал донные фитоценозы сформированы как эндемичными, так и широко распространенными видами водорослей. Их количественное изучение показало, что вдоль открытых побережий озера, в литоральной зоне, где мейо- и макрофиты развиты наиболее обильно, в весенне-осенний период эндемичные виды занимают доминирующее положение (рис. 1). Зимой они играют в фитоценозах подчиненную роль и доминируют лишь в районах массового развития *Chaetoclediella pumila* C. Meyer et Skabitsch.

Структура донных фитоценозов вдоль открытых побережий озера неоднородна. На большей части западного побережья развит абразионный шельф, для которого характерен приглубый подводный склон, образованный кристаллическими породами [4]. В летний период донные фитоценозы имеют здесь большую биомассу и видовое разнообразие, чем на абразионно-аккумулятивном шельфе, характерном для восточного побережья (рис. 2). На абразионном шельфе эндемики выступают, как правило, в роли доминантов или субдоминантов. Очевидно, литоральная зона побережий с абразионным шельфом и явилась местом формирования специфичной донной флоры озера. Представители последней, так же как и донные беспозвоночные [3], в процессе эволюции заселили и сублиторальную зону. Вдоль восточного побережья, где преобладает абразионно-аккумулятивный шельф, субдоминантными, а иногда и доминантными видами являются широко распространенные водоросли.

На мягком грунте в литоральной зоне вдоль побережий с абразионно-аккумулятивным и абразионным шельфами альгоценозы представлены в основном космополитными видами из родов *Chara* и *Nitella*. В районах впадения крупных рек (аккумулятивный шельф) водоросли, преимущественно синезеленые (*Microcoleus baicalensis* Izhb., *Gloeotrichia pumila*, *Microcystis* sp.), встречаются в небольшом количестве или отсутствуют совсем. Влияние крупных

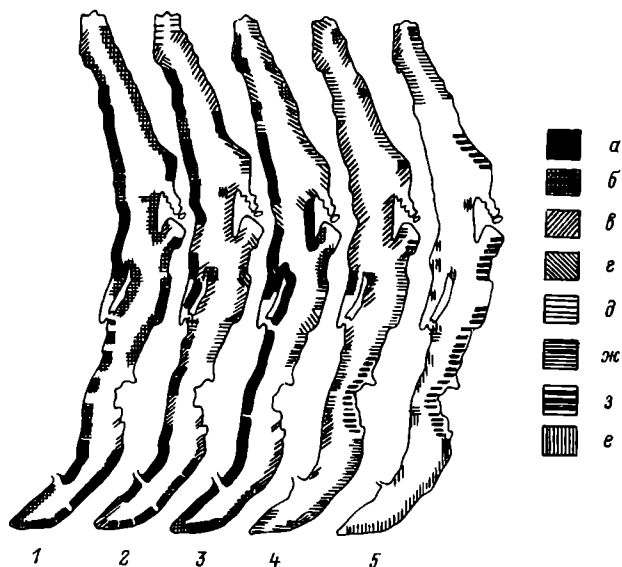


Рис. 2. Схема распределения биомассы мейо- и макрофитов вдоль открытых побережий оз. Байкал в летний период на твердом (1-3) и мягком (4, 5) грунте.

1-5 - растительные пояса, занимающие следующие глубины: 1 - от 1 до 1.5 м, 2 - от 1.5 до 2.5 м, 3 - от 2.5 до 12-20 м, 4 - от 12-20 до 35 м, 5 - от 35 до 75-100 м; биомасса (воздушно-сырая масса, г/м^2): 1 - а - 135.0, б - 68.4, в - 6.6; 2 - а - 390.7, б - 120.0, в - 94.3, г - 91.9, д - 3.2, ж - 11.9; 3 - а - 296.9, б - 125.8, в - 27.6, г - 72.5, ж - 8.9; 4 - б - 48.7, в - 3.8, г - 1.4, ж - 0.31, з - 0.16; 5 - в - 0.18, е - 0.03, ж - 0.46, з - 0.09.

рек (Селенги, Кичеры, Верхней Ангары, Баргузина) на структуру литоральных фитоценозов прослеживается вдоль открытых побережий озера на значительном (более 100 км) расстоянии и выражается в снижении биомассы водорослей, обеднении их видового состава, уменьшении числа эндемиков. В сублиторали, где экологические условия более однородны, сезонная периодичность мейо- и макрофитов выражена очень слабо и биомасса их значительно ниже, чем в литорали. В фитоценозах сублиторальной зоны доля эндемичных видов увеличивается.

В защищенных от сильного волнового воздействия мелководных бухтах Чивыркуйского залива, проливов Ольхонские Ворота и Малое Море, а также в бухтах Анга, Богучанской, Онокочанской и Заворотной наблюдается значительная мозаичность в распределении фитобентоса. Преобладающие в литорали этих районов мягкие грунты заселены обычно широко распространенными видами водорослей (*Nitella flexilis* (L.) Ag., *Chara* sp., *Stratonostoc verrucosum* (Vauch.) Elenk., *Sphaeronostoc pruniforme* (Ag.) Elenk., *S. zetterstedtii* (Aresch.) Elenk., *Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp.), вместе с которыми растут и высшие водные растения. На мысах, окаймляющих эти бухты, развита обычная для открытых побережий озера донная альгофлора.

Отмеченные особенности в распределении фитобентоса в оз. Байкал представляют интерес в плане изучения путей эволюции донной флоры озера и должны быть учтены при организации мониторинга.

Литература

1. **Ижболдина Л.А.** Макрофиты Южного Байкала и продукция некоторых видов, доминирующих в литорали района Больших Котов // Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы. Иркутск, 1974.
2. **Ижболдина Л.А.** Сезонная динамика биомассы макрофитов южного Байкала // Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. Новосибирск, 1975.
3. **Кожов М.М.** Биология озера Байкал. М., 1962.
4. **Лут Б.Ф.** Геоморфология Байкала // Геоморфология дна Байкала и его берегов. М., 1964.
5. **Мейер К.И.** Введение во флору водорослей озера Байкал // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1930. Т. 39, вып. 3-4.

6. Скабичевский А.П. О распределении донной растительности в губах Аяя, Фролиха и Лаканда // Изв. Биол.-геогр. НИИ при Иркут. ун-те. 1934. Т. 4, вып. 1.

НИИ биологии при Иркутском университете

УДК 581.9 (285.2)

Л.И. Лисицына

К ФЛОРЕ ВОДОЕМОВ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Флора Костромской обл. изучена очень слабо. До сих пор для ее территории в современных границах не существует полного списка видов растений. Недостаточно исследована и гидрофильная растительность этого региона. Публикации о высших водных растениях немногочисленны [2-5].

В 1989 г. нами начато изучение видового состава макрофитов водоемов указанного региона. Исследованиями были охвачены 4 озера: Галичское, Чухломское, Глухое и небольшое лесное озеро. Самые крупные из них - Галичское и Чухломское с площадью соответственно 77.1 и 47.2 км² [2]. Два других водоема небольшие. Все озера расположены в низинах, берега их на всем протяжении низкие, заболоченные, подходы к воде затруднены.

В литорали исследованных озер зарегистрировано 88 видов растений, принадлежащих к 36 семействам, 59 родам (см. таблицу). Между основными таксономическими группами они распределены следующим образом: *Equisetophyta* - 2 вида, *Polypodiophyta* - 3, *Magnoliophyta* - 85, в том числе *Liliopsida* - 41, *Magnoliopsida* - 44 вида. Ведущими по числу видов семействами являются: *Cyperaceae*, насчитывающее 10 видов, *Poaceae* - 8, *Potamogetonaceae* - 6, *Polygonaceae* - 5, *Juncaceae* и *Lamiaceae* - по 4 вида; остальные 30 семейств представлены небольшим числом видов - от 1 до 3. Наиболее крупные роды - *Potamogeton* (6 видов), *Juncus* и *Carex* (по 4 вида).

Большую часть флоры исследованных озер составляют многолетние корневишные растения (77, или 86.3 % от их общего количества). Широкий экологический диапазон приспособлений и жизненность позволяют им

Видовой состав растений
исследованных озер

Вид	Озеро			
	Га- лич- ское	Чух- лом- ское	Глу- хое	Лес- ное
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	+	+	-	-
<i>Eq. palustre</i> L.	-	-	+	-
<i>Thelypteris palustris</i> (A.Gray) Schott	-	-	+	-
<i>Typha angustifolia</i> L.	-	+	-	-
<i>T. latifolia</i> L.	+	-	-	+
<i>Sparganium emersum</i> Rehm.	-	+	-	+
<i>S. erectum</i> L.	+	+	-	-
<i>Potamogeton compressus</i> L.	-	+	+	-
<i>P. friesii</i> Rupr.	+	-	-	-
<i>P. natans</i> L.	-	+	-	-
<i>P. pectinatus</i> L.	+	-	-	-
<i>P. perfoliatus</i> L.	+	+	-	-
<i>P. praelongus</i> Wulf.	-	+	-	-
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+	+	+	+
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	+	+	-	-
<i>Butomus umbellatus</i> L.	+	+	-	-
<i>Stratiotes aloides</i> L.	+	+	+	+
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	+	+	+	-
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	+	-	-	-
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	+	-	-	-
<i>Calamagrostis neglecta</i> (Ehrh.) Gaerth., Mey. et Scherb.	-	-	+	-
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br.	-	-	-	+
<i>G. maxima</i> (C.Hartm.) Holmb.	+	+	-	-
<i>Scolochloa festuacea</i> (Willd.) Link	+	+	-	-
<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert	+	+	-	-
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	+	+	+	-
<i>Cyperus fuscus</i> L.	+	-	-	-
<i>Scirpus lacustris</i> L.	+	+	-	-
<i>S. radicans</i> Schkuhr	-	+	+	+
<i>S. sylvaticus</i> L.	-	+	-	-
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult.	+	-	-	-
<i>E. palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	+	-	-	-

Таблица (продолжение)

Вид	Озеро			
	Га- лич- ское	Чух- лом- ское	Глу- хое	Лес- ное
<i>Carex acuta</i> L.	+	+	-	-
<i>C. pseudocyperus</i> L.	-	+	+	-
<i>C. rostrata</i> Stokes	-	-	-	+
<i>C. vesicaria</i> L.	-	+	-	-
<i>Calla palustris</i> L.	-	+	+	-
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	+	+	-	-
<i>Lemna minor</i> L.	+	+	+	+
<i>L. trisulca</i> L.	+	+	+	+
<i>Juncus compressus</i> Jacq.	-	+	+	-
<i>J. conglomeratus</i> L.	-	-	-	+
<i>J. filiformis</i> L.	-	-	-	+
<i>J. geniculatus</i> Schrank	-	-	-	+
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	-	+	-	-
<i>R. maritimus</i> L.	+	-	-	-
<i>Polygonum amphibium</i> L.	+	+	-	-
<i>P. hydropiper</i> L.	-	-	+	-
<i>P. minus</i> Huds.	-	-	-	+
<i>Stellaria palustris</i> Retz.	-	+	-	-
<i>S. crassifolia</i> Ehrh.	+	-	-	-
<i>Nymphaea candida</i> J. et C. Presl	+	+	-	-
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith	+	+	+	-
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+	+	+	-
<i>Caltha palustris</i> L.	+	+	-	-
<i>Ranunculus lingua</i> L.	+	+	-	-
<i>R. sceleratus</i> L.	+	-	-	-
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	+	-	-	-
<i>Comarum palustre</i> L.	-	+	-	+
<i>Callitriche verna</i> L.	-	-	-	+
<i>Elatine hydropiper</i> L.	-	-	-	+
<i>E. triandra</i> Schkuhr	-	-	-	+
<i>Peplis portula</i> L.	-	-	-	+
<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	+	-	-
<i>Epilobium palustre</i> L.	+	+	+	+
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	-	-	+	-
<i>Cicuta virosa</i> L.	+	+	+	-
<i>Sium latifolium</i> L.	+	+	-	-
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	+	-	-
<i>Naumburgia thyrsiflora</i> (L.) Reichenb.	-	-	-	+
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	-	+	-	-

Таблица (продолжение)

Вид	Озеро			
	Га- лич- ское	Чух- лом- ское	Глу- хое	Лес- ное
<i>Myosotis palustris</i> Lam.	+	-	-	-
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.	+	-	-	-
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	-	+	+	+
<i>Stachys palustris</i> L.	+	+	+	+
<i>Lycopus europaeus</i> L.	-	+	+	-
<i>Mentha arvensis</i> L.	+	-	-	-
<i>Solanum dulcamara</i> L.	+	+	+	-
<i>Veronica anagallis-</i> <i>aquatica</i> L.	+	-	-	-
<i>V. scutellata</i> L.	-	-	-	+
<i>Utricularia minor</i> L.	-	-	-	+
<i>U. vulgaris</i> L.	-	-	+	-
<i>Plantago major</i> L.	+	-	-	-
<i>Galium palustre</i> L.	+	+	-	-
<i>G. ruprechtii</i> Pobed.	+	-	-	+
<i>Bidens cernua</i> L.	+	+	-	-
<i>B. tripartita</i> L.	+	+	-	-
<i>Achillea cartilaginea</i> Ledeb.	-	+	-	-
Всего:	51	52	25	25

занимать господствующее положение в ассоциациях (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Equisetum fluviatile* L., *Typha angustifolia* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Carex acuta* L., *Scirpus lacustris* L., *Eleocharis palustris* (L.) R.Br., *Potamogeton perfoliatus* L., *P. pectinatus* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea candida* J. et C. Presl). Однолетние растения насчитывают всего 11 видов (13.7 %). Они поселяются на песчаных отмелях, пляжах, на участках с нарушенным растительным покровом и в микропонижениях. Это виды из родов *Elatine*, *Bidens*, *Polygonum*, *Cyperus*. Фитоценоотическая роль их невелика.

В обследованных озерах по сравнению с ранее опубликованными данными [1-6] найден ряд новых и редких видов растений.

Scolochloa festuacea (Willd.) Link - тростянка овсяничная. Встречена в озерах Галичском и Чухломском. В региональных определителях для Костромской обл. не указывается.

Potamogeton friesii Rupr. - рдест Фриса. Собран в озере Глухом Чухломского р-на. Это вторая находка в области. Ранее был обнаружен нами в заливе по р. Шаче Горьковского водохранилища [4].

Cyperus fuscus L. - сыть бурая. Найдена на юго-восточном берегу оз. Галичского на сыром илистом-песчаном грунте в зарослях гигрофитов. Растение для средней полосы европейской части СССР довольно редкое. В литературе [1] приводится для Костромской обл., но без указания конкретного местонахождения.

Elatine triandra Schkuhr - повойничек трехтычинковый, *Utricularia minor* L. - пузырчатка малая. Оба вида обнаружены в неглубоком лесном озерце (озеро расположено в Чухломском р-не в 0.3 км к востоку от дороги Чухлома-Серапиха, в 5 км от г. Чухлома). Находки этих растений в области единичны.

Stellaria crassifolia Ehrh. - звездчатка толстолистная. Отмечена на юго-восточном берегу оз. Галичского. Растет по краю тростниковых зарослей на обсохшем песчаном грунте. Вид довольно редкий.

Литература

1. Белозеров П.И. Изучение растительности и флоры Костромской области в прошлом и в настоящее время // Учен. зап. Костром. гос. пед. ин-та им. Н.А. Некрасова. Ярославль, 1965. Вып. 2.
2. Грачев А. О некоторых озерах Костромской губернии // Землеведение. М., 1902. N 2-3.
3. Лисицына Л.И. Конспект флоры Горьковского водохранилища // Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974.
4. Лисицына Л.И. Флора волжских водохранилищ // Флора и продуктивность пелагических и литоральных фитоценозов. Л., 1990.
5. Лисицына Л.И., Экзерцев В.А. О редких видах водных и прибрежно-водных растений волжского бассейна // Состояние и перспективы исследования флоры средней полосы европейской части СССР. М., 1984.
6. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР. М., 1964.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина АН СССР

Л.И. Лисицына, В.А. Экзерцев

ФОРМИРОВАНИЕ ФЛОРЫ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Первая инвентаризация флоры Саратовского водохранилища проводилась в 1973 г., на 5-й год после его наполнения [5]. Список растений включал 79 видов из 29 семейств. В ходе многолетних наблюдений за формированием флоры в 1987 г. было предпринято повторное обследование мелководий водохранилища. Зарегистрировано 102 вида растений из 34 семейств, 63 родов (см. таблицу). Наиболее полно представлены семейства *Cyperaceae* (17 видов), *Poaceae* (12), *Asteraceae* (8), *Potamogetonaceae* (6), *Lamiaceae* (5 видов). Остальные 28 семейств содержат только от 1 до 3 видов. Широкое распространение в последние годы получили *Najas marina* L. – наяда морская, *Caulinia minor* (All.) Coss. et Germ. – каулиния малая, *Potamogeton nodosus* Poir. – рдест узловатый, *Salvinia natans* L. – сальвиния плавающая. Находки этих видов в районе исследования до создания водохранилища были единичными.

Выявлен ряд растений, новых и редких для региона.

Bidens frondosa L. – череда олиственная – заносный североамериканский вид, появившийся на территории европейской части СССР. Растение распространено на левом берегу устьевой части залива по р. Малый Иргиз и на мелководьях у г. Балаково Саратовской обл., а также у островов Тушенский и Быстренький в 20 км к югу от г. Куйбышева Куйбышевской обл. Для обеих областей вид указывается впервые.

Leersia oryzoides (L.) Sw. – леерсия рисовидная. Найдена в заливе по р. Чапаевке Куйбышевской обл. и в верховье залива по р. Малый Иргиз Саратовской обл. Во «Флоре средней полосы европейской части СССР» П.Ф. Маевского [3] для этих областей не указывается.

Rumex hydrolapathum Huds. – щавель прибрежный. Отмечен в заливе по р. Малый Иргиз Саратовской обл. Растение для области редкое [4].

Senecio tataricus Less. – крестовник татарский. Собран в заливе по р. Чапаевке Куйбышевской обл. Вид довольно редкий.

Для выяснения степени сформированности флоры исследованного водоема мы сравнили ее с таковой

Флористический состав мелководий
Саратовского водохранилища

Вид	1973 г.	1987 г.
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	+	+
<i>Eq. palustre</i> L.	+	+
<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	+	+
<i>Typha angustifolia</i> L.	+	+
<i>T. latifolia</i> L.	+	+
<i>T. laxmannii</i> Lepech.	+	+
<i>Sparganium erectum</i> L.	-	+
<i>S. emersum</i> Rehm.	-	+
<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieb.	+	+
<i>P. crispus</i> L.	+	+
<i>P. lucens</i> L.	+	+
<i>P. nodosus</i> Poir.	-	+
<i>P. obtusifolius</i> Mert. et Koch	+	-
<i>P. pectinatus</i> L.	+	+
<i>P. perfoliatus</i> L.	+	+
<i>Najas marina</i> L.	-	+
<i>Caulinia minor</i> (All.) Coss. et Germ.	-	+
<i>Alisma lanceolatum</i> L.	+	+
<i>A. plantago-aquatica</i> L.	+	+
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	+	+
<i>Butomus umbellatus</i> L.	+	+
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	-	+
<i>Stratiotes aloides</i> L.	-	+
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	-	+
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	+	+
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	-	+
<i>A. pratensis</i> L.	+	-
<i>Beckmannia eruciformis</i> (L.) Host	+	+
<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv	-	+
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	+	+
<i>Glyceria maxima</i> (C.Hartm.) Holmb.	-	+
<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw.	-	+
<i>Poa compressa</i> L.	+	-
<i>P. palustris</i> L.	+	+
<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert	+	+
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud	+	+
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	+	+
<i>B. maritimus</i> var. <i>compactus</i> (Hoffm.) Egor.	+	+

Таблица (продолжение)

Вид	1973 г.	1987 г.
<i>Carex acuta</i> L.	+	+
<i>C.aquatilis</i> Wahlenb.	-	+
<i>C.atherodes</i> Spreng.	-	+
<i>C.contigua</i> Hoppe	+	+
<i>C.melanostachya</i> M.Bieb.ex.Willd	+	+
<i>C.praecox</i> Schreb.	+	+
<i>C.riparia</i> Curt.	+	+
<i>C.vesicaria</i> L.	-	+
<i>C.vulpina</i> L.	+	+
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult.	+	+
<i>E.palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	+	+
<i>E.uniglumis</i> (Link) Schult.	+	+
<i>Scirpus lacustris</i> L.	+	+
<i>S.radicans</i> Schkuhr	-	+
<i>S.tabernaemontani</i> C.C.Gmel.	+	+
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	+	+
<i>Lemna minor</i> L.	+	+
<i>Juncus atratus</i> L.	+	+
<i>J.compressus</i> Jacq.	+	+
<i>J.gerardii</i> Loisel.	+	+
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	+
<i>I.sibirica</i> L.	+	+
<i>Rumex confertus</i> Willd.	-	+
<i>R.hydrolapathym</i> Huds.	+	+
<i>Polygonum amphibium</i> L.	+	+
<i>P.hydripiper</i> L.	-	+
<i>P.lapathifolium</i> L.	+	+
<i>P.minus</i> Huds.	+	+
<i>P.persicaria</i> L.	-	+
<i>Nymphaea candida</i> J.et C.Presl	-	+
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith	-	+
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+	+
<i>Ranunculus repens</i> L.	+	+
<i>Thalictrum flavum</i> L.	+	+
<i>Th.minus</i> L.	-	+
<i>Rorippa brachycarpa</i> (C.A.Mey.) Hayek	+	+
<i>R.palustris</i> (L.) Bess.	+	+
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	+	+
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	+	+
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	+	+

Таблица (продолжение)

Вид	1973 г.	1987 г.
<i>Euphorbia palustris</i> L.	+	+
<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	+
<i>L. virgatum</i> L.	+	+
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	+
<i>Levisticum officinale</i> Koch	+	-
<i>Sium latifolium</i> L.	+	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	+
<i>Naumburgia thyrsiflora</i> (L.) Reichenb.	+	+
<i>Symphythum officinale</i> L.	+	+
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	+	+
<i>S. hastifolia</i> L.	+	-
<i>Stachys palustris</i> L.	+	+
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	+
<i>L. exsultatus</i> L. fil.	+	+
<i>Mentha arvensis</i> L.	+	+
<i>Solanum dulcamara</i> L.	-	+
<i>Gratiola officinalis</i> L.	+	+
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	+	+
<i>Galium palustre</i> L.	+	+
<i>G. physocarpum</i> Ledeb.	+	+
<i>Valeriana officinalis</i> L.	+	+
<i>Achillea cartilaginea</i> Ledeb.	-	+
<i>Bidens cernua</i> L.	-	+
<i>B. frondosa</i> L.	-	+
<i>B. radiata</i> Thuill.	+	+
<i>B. tripartita</i> L.	+	+
<i>Inula britannica</i> L.	-	+
<i>Senecio tataricus</i> Less.	-	+
<i>Xanthium strumarium</i> L.	+	+

Куйбышевского (195 видов) и Волгоградского (156 видов) водохранилищ, расположенных выше и ниже Саратовского [1, 2]. По-видимому, формирование флоры Саратовского водохранилища еще не закончено, список видов в дальнейшем будет пополняться.

Литература

1. Лисицына Л.И. Эколого-биологический анализ флоры Куйбышевского водохранилища // Региональные проблемы экологии: Тез. докл. Казань, 1985.

2. Лисицына Л.И., Экзерцев В.А. Анализ флоры Волгоградского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1989. N 84.
3. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР. М., 1964.
4. Флора Саратовской области. 1987. Ч. 3.
5. Экзерцев В.А., Артеменко В.И. К флоре Саратовского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1975. N 26.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина АН СССР

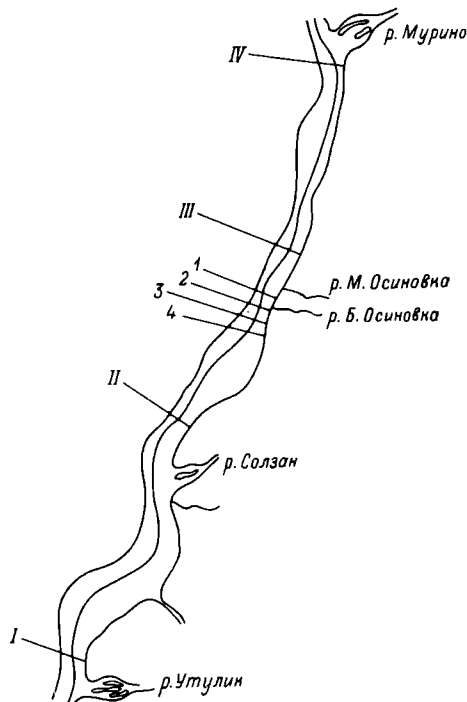
УДК 574.5(28)(571.5)

Л.С. Кравцова, Э.А. Ербаева

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИРОНОМИД В РАЙОНЕ УТУЛИК-МУРИНО (ЮЖНЫЙ БАЙКАЛ)

Качественное и количественное распределение хирономид в районе Утулик-Мурино южного Байкала изучали ранее [1, 2, 4, 5]. Цель наших исследований заключалась в установлении структуры хирономидных ценозов разных поясов водной растительности в районе поступления сточных вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК) и в контрольных районах. Материалом для анализа послужили количественные пробы хирономид, собранные в июле 1975-1978 гг. Их отбирали при помощи учетной рамки с площадью захвата 0.1 м^2 . Всего было обработано 254 пробы (см. рисунок).

Для характеристики структуры ценозов хирономид рассчитали индексы плотности и видового разнообразия. Пробы группировали по зонам глубин, соответствующим поясам растительности [3]: I пояс - *Ulotrix zonata* (глубины от 0 до 1.5 м). II - *Tetraspora cylindrica* (от 1.5 до 2.5 м) и III - виды рода *Draparnaldia* (от 2.5 до 3.5-8 м). А.А.Линевич [2] по материалам 1965 г. было установлено 54 вида и личиночных форм хирономид, В.Э. Самбуровой [4] - 72; нами зарегистрировано 52 из 5 подсемейств: *Tanypodinae* (1), *Chironominae* (19), *Prodiamesinae* (2), *Diamesinae* (4), *Orthocladiinae* (26).



Карта-схема отбора проб.

I-IV – разрезы, расположенные на контрольных участках; 1-4 – то же в районе сброса сточных вод БЦБК.

Фауна хирономид каменистых грунтов в отличие от мягких (песок, заиленный песок, ил) наиболее богата и разнообразна. Из 52 видов на каменистых грунтах зарегистрировано 40: на контрольных участках – 26, в районе сброса сточных вод – 34. Наибольшее число видов (32) отмечено в зоне тетраспоры, тогда как в зоне улотрикса их 22, а в зоне драпарнальдиеллий – 27; в 1965 г. [2] эти значения составляли

соответственно 29, 25 и 14. Таким образом, можно видеть, что хирономидный комплекс в настоящее время остался почти таким же, как и до пуска комбината, за исключением пояса драпарнальдиеллий, где число видов заметно возросло. Коэффициенты видового сходства Серенсена для проб как из разных поясов растительности, так и для зон сброса и контроля составляли 68–84 %, что свидетельствует об однообразии фауны хирономид исследуемого района.

При анализе структуры хирономидных сообществ были выделены комплексы, «ядро» которых формируют виды, составляющие по индексу плотности 75 % от суммы индексов плотности ценоза в целом. В составе фауны хирономид, формирующих «ядро» в разные годы и в различных поясах растительности, установлены кроме *Orthocladiinae* sp. juv. еще 12 видов (см. таблицу). Сходство выражается в большой частоте встречаемости *Orthocladiinae* sp. juv. и видов *Orthocladius* gr. *olivaceus*, *O. decoratus*, *Neozavrelia minuta* как на контрольных участках, так и в районе сброса. В разных поясах растительности между ценозами районов сброса и контрольных участков также отмечено сходство структуры.

Pagastia orientalis часто встречается в «ядре» ценозов I пояса, изредка – во II и отсутствует в составе доминантов III пояса. *Potthastia longimana*, *Micropsectra* gr. *praecox* зарегистрированы только в комплексах доминантов II и III поясов растительности. На основании этого структуру ценозов хирономид I пояса можно считать отличной от таковой II и III поясов, обладающих сходством.

В списке доминантов контрольных участков насчитывается 8 видов. Сходство наиболее четко выражено в структуре ценозов II и III поясов, коэффициент Серенсена по доминирующим видам составляет 83 %, тогда как ценозы I пояса в большей степени отличаются от таковых нижележащих поясов растительности. При сравнении «ядра» ценозов I и II, I и III поясов растительности коэффициент Серенсена составляет 67 %. В районе сброса количество доминантов несколько больше (10 видов), чем на контрольных участках. Здесь наблюдается изменение в пространственном распределении хирономид. В отличие от контроля в районе сброса коэффициент фаунистического сходства доминантов высок между ценозами хирономид I и II поясов (83 %) и более низок у ценозов I и III – 53, II и III поясов – 75 %. Показатели видового разнообразия (по Шеннону) на контрольных участках и в районе сброса составили 1–2.5

Структура доминантных комплексов хирономид
в районе Утулик-Мурино в 1975-1978 гг.

Вид и форма хирономид	I пояс		II пояс		III пояс	
	К	С	К	С	К	С
<i>Orthoclaadiinae</i> sp. juv.	+	+	+	+	+	+
<i>Orthocladus</i> gr.						
<i>saxicola</i> Kieff.	-	-	-	-	-	+
<i>O. gr. olivaceus</i> Kieff.	+	+	+	+	+	+
<i>O. decoratus</i> (Holmgr.)	+	+	+	+	+	+
<i>O. frigidus</i> (Zett.)	+	-	-	-	-	-
<i>O. compactus</i> Linev.	-	-	+	-	-	-
<i>Cricotopus</i> gr.						
<i>silvestris</i> (Fabr.)	-	-	-	-	+	+
<i>C. cf. algarum</i> Kieff.	-	+	-	-	-	-
<i>Rheocricotopus</i>						
<i>brunensis</i> Goetgh.	-	-	-	-	-	+
<i>Potthastia longimana</i> (Edv.)	-	-	+	+	+	+
<i>Pagastia orientalis</i> (Tshern.)	+	+	-	+	-	-
<i>Neozavrelia minuta</i> Linev.	+	+	+	+	+	+
<i>Micropsectra</i> gr.						
<i>praecox</i> (Meig.)	-	-	-	+	-	+

Примечание. К - контрольные участки, С - район сброса, «+» - присутствие вида в комплексе доминантов, «-» - отсутствие.

бит. По функции Шеннона какой-либо закономерности, отражающей особенности пространственного распределения, не установлено.

В межгодовом аспекте структура хирономидных ценозов изменчива, что связано с биологией видов. Количественное развитие ценозов хирономид на контрольных участках и в районе сброса носит сходный характер. Величины их численности и биомассы на разных участках близки, колеблются от 400 до 2811 экз./м² и от 0.090 до 0.922 г/м². Исключение составляет лишь 1978 г., когда численность и биомасса были выше в районе сброса, чем на контрольном участке. Низкие показатели количественного развития хирономид отмечены в поясе драпарнальдиел (глубины от 2.5 м до 8 м), что является отражением об-

шей закономерности снижения плотности и биомассы бентоса с нарастанием глубины в озере.

Таким образом, список видов хирономид на каменистых грунтах литорали района Утулик-Мурино включает 40 видов и личиночных форм, причем число их близко к числу видов, наблюдавшихся до пуска БЦБК. Несмотря на однообразие фауны хирономид исследуемого района, о чем свидетельствует высокий коэффициент Серенсена, имеются структурные особенности в пространственном и временном распределении хирономидных комплексов: отличие структуры ценозов I пояса от II и III по составу доминантов на контрольном участке; изменчивость структуры ценозов в районе сброса, выраженная в пестроте распределения хирономидных комплексов и в отсутствие приуроченности их к определенным поясам растительности.

Литература

1. Ербаева Э.А. Исследование бентали экосистем крупных водоемов Азии // Исследование природных ресурсов озера Байкал и Ангарских водохранилищ. Иркутск, 1984.
2. Линевич А.А. Хирономиды Байкала и Прибайкалья. Новосибирск, 1981.
3. Мейер К.И. Введение во флору водорослей озера Байкал // Бюл. МОИП. Отд.биол. 1930. Т. 39, вып. 3-4.
4. Самбурова В.Э. Хирономиды // Состояние сообществ Южного Байкала. Иркутск, 1982.
5. Шаповалова И.М. Хирономиды каменистой литорали оз. Байкал // Гидробиол.журн. 1969. Т. 5, N 1.

НИИ биологии Иркутского университета

УДК 574.583(285.2) : 591

В.Н. Столбунова

О НАХОЖДЕНИИ

CONOCHILUS UNICORNIS ROUSSELET (ROTATORIA)

В ЗИМНЕМ ЗООПЛАНКТОНЕ ОЗЕРА ПЛЕЩЕЕВО

И ОСОБЕННОСТЯХ ЕГО ЭКОЛОГИИ

В марте 1984 и 1988 гг. в придонных слоях котловины оз. Плещеево был обнаружен *Conochilus unicornis*. До сих пор конохилиус в планктоне этого

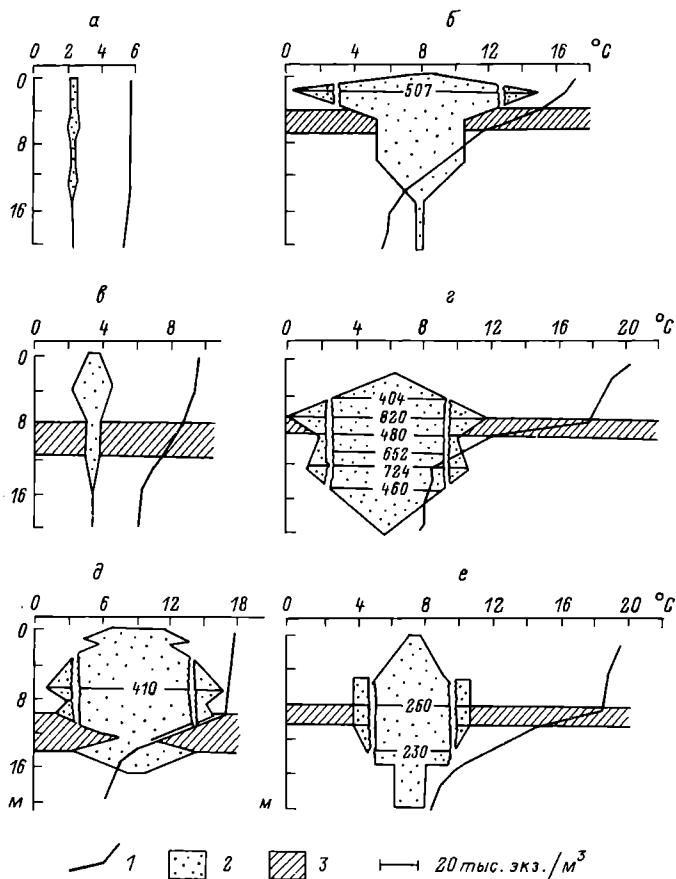


Рис. 1. Вертикальное распределение *Conochilus unicornis* в центральной части озера.

а - 16 мая 1979 г., б - 28 мая 1983 г., в - 1 июня 1980 г., г - 28 июня 1980 г., е - 25 июля 1980 г., е - 4 августа 1983 г. 1 - температура, 2 - металимнион, 3 - *Conochilus*.

Масштаб фигуры «г» уменьшен в 2 раза, т.е. в 1 см - 40 тыс. экз./м³.

озера и других водоемов зимой не встречался [9, 11].

В водоемах бассейна Верхней Волги выявлены 2 вида *Conochilus* - *C.unicornis* и *C.hippocrepis*. Согласно литературным данным [3, 4], их экологическая характеристика несколько различается: *C.hippocrepis* встречается в планктоне прибрежной области озер, в торфяных болотах, прудах и более мелких водоемах, а *C.unicornis* обитает преимущественно в пелагиали и открытой литорали озер [3]. Это один из наиболее обычных, широко распространенных летних видов зоопланктона тундровых озер Восточной Сибири и Карелии, некоторых озер Белоруссии [1-2, 5, 7, 10].

Зоопланктон оз.Плещеево мы изучали круглогодично в 1979-1980, 1983-1985 и 1988 гг. *Conochilus unicornis* - обычный вид в летнем сообществе, составляющий 19-43 % от общей численности коловраток. Его вертикальное распределение неоднократно исследовали в период открытой воды. Во время весеннего перемешивания и гомотермии он встречался в толще воды почти равномерно (рис. 1, а). При температурном расслоении водных масс наибольшее его количество обычно наблюдали в эпилимнионе (рис. 1, б, в, д). Однако при сильном волновом перемешивании у самой поверхности *C.unicornis* было мало [6, 8], основная масса коловраток опускалась в нижние слои металимниона и в гиполимнион до глубины 12-14 м (рис. 1, г, ж). Температура в горизонте 12-14 м колебалась от 7 до 8 °С.

Сроки массового размножения *C.unicornis* за исследованный период различались. Раннее прогревание воды (до 17.4 °С у поверхности) во второй половине мая 1983 г. создало благоприятные условия для его развития, в это время была отмечена максимальная численность вида за сезон (рис. 2); второй пик зарегистрирован в конце июля-августе. В другие годы (1979-1980, 1984) при постепенном прогревании водоема подъем численности приходился на более поздние сроки и максимум наблюдался в июне-июле. Такой характер сезонной динамики обычен для этого вида. На большей части его ареала отмечается один (летний) максимум численности [2, 5, 10, 12], лишь в Онежском озере имеется второй осенний пик [3].

Изучение горизонтального распределения вида показало, что наибольшее количество *C.unicornis* встречается в глубоководных районах озера (глубины

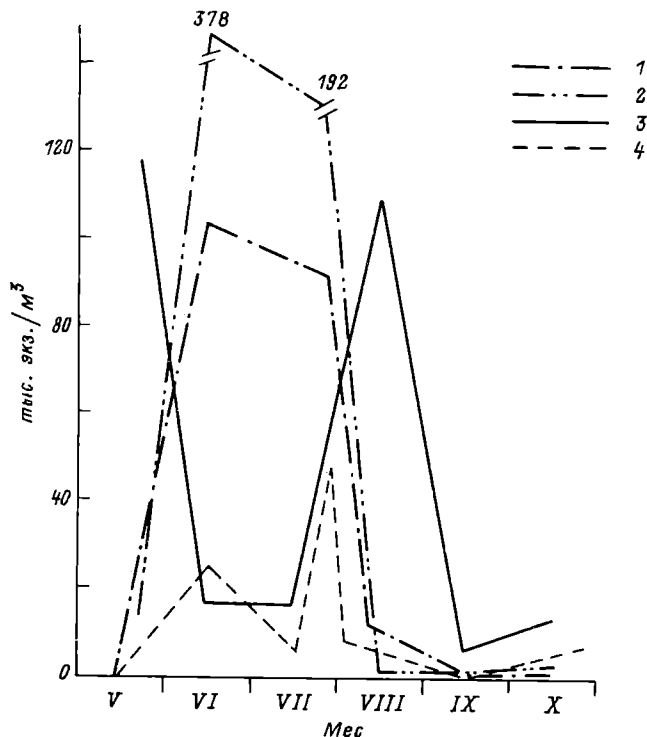


Рис. 2. Динамика численности *Conochilus unicornis* в центральной части озера в разные годы (1-4).

1 - 1979, 2 - 1980, 3 - 1983, 4 - 1984.

10-23 м, в среднем до 400 тыс.экз./м³ - лето 1980 г.). В открытой литорали с глубинами 1-2.5 м его значительно меньше - до 30 тыс. экз./м³ (лето 1979 г.). Приуроченность *C.unicornis* к пелагиали отмечается и для Онежского озера [3]. В отдельных случаях нами были зарегистрированы необычно плотные концентрации на глубинах 1.2-1.5 м (720-1400 тыс.-экз./м³, конец июня 1985 г.) в устье р. Кухмарь и у истока р. Вексы, связанные, по-видимому, со

Вертикальное распределение
Conochilus unicornis зимой

Параметры	Горизонт, м				
	0-2	2-5	5-10	10-15	15-22
Температура	0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.8	0.8-1.4	1.4-2.3
воды, °C	0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.8	0.8-1.8	1.8-2.2
Численность,	0	0.1	0.1	0.2	0.7
тыс. экз./м ³	0	0	0	0.6	21.4

Примечание. Над чертой – 14 марта 1984 г., под чертой – 29 марта 1988 г.

сгонно-нагонными явлениями и особой экологической ситуацией вблизи истоков и устьев рек.

В середине-конце марта 1984 и 1988 гг. *C.unicornis* был найден в центральной части озера в придонном слое. Его распределение в толще воды было крайне неравномерным (см. таблицу). Отдельные колонии встречались в поверхностных слоях, но основная масса коловраток была сосредоточена у дна, где отмечался дефицит кислорода и было обилие микроорганизмов [11], служащих для них пищей.

Таким образом, в оз. Плещеево *C.unicornis* наблюдается круглогодично при широких температурных колебаниях, что позволяет считать этот вид эвритерным. Летом он приурочен к эпи- и металимниону пелагиали, зимой же в большом количестве встречается лишь в придонных слоях наиболее глубоких участков озера.

Литература

1. Вехов Н.В. Зоопланктон озер Большеземельной тундры // Зоол.журн. 1975. Т. 54, вып. 2.
2. Горлачев В.П. Сезонная структура и межгодовые изменения зоопланктона некоторых Ивано-Арахлейских озер // Биологическая продуктивность Ивано-Арахлейских озер. Чита, 1972.
3. Зоопланктон Онежского озера. Л., 1972.
4. Кутикова Л.А. Планктонные коловратки // Биоло-

- гическая продуктивность северных озер. Л., 1975.
5. Многолетние показатели развития зоопланктона озер. М., 1973.
 6. Николаев И.И., Ривьер И.К. Вспышки численности *Conochilus hippocrepis* Schrank (Rotatoria) в планктоне Белого озера (Шекснинского водохранилища) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1979. N 43.
 7. Помазкова Г.И. Сезонная и годовая динамика численности и биомассы коловраток в озере Байкал (район Больших Котов) в 1956-1966 гг. // Исследование гидробиологического режима водоемов Восточной Сибири. Иркутск, 1971.
 8. Ривьер И.К. Зоопланктон // Антропогенное влияние на крупные озера северо-запада СССР: Гидробиология и донные отложения озера Белого. Л., 1981. Ч. II.
 9. Ривьер И.К. Состав и экология зимних зоопланктонных сообществ. Л., 1986.
 10. Шевелева Н.Г. Зоопланктон // Озера северо-запада Сибирской платформы. Новосибирск, 1981.
 11. Экосистема озера Плещеево. Л., 1989.
 12. Щербаков А.П. Озеро Глубокое. М., 1967.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 557.5 (285)

А.П. Морев

МАКРОЗООБЕНТОС КОЛЫМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В статье рассматриваются особенности формирования макрозообентоса Колымского водохранилища в период его заполнения - 1984-1987 гг. Затопленному участку будущего Колымского водохранилища присуще чередование каньонообразных отрезков с небольшими плесами, которые образованы в основном руслами водотоков и участками их террас. Водоем сильно проточный, характеризуется значительными колебаниями уровня воды. Так, за период с 1981 по 1985 гг. при максимальном уровне в 60 м перепады составляли 47 м, что вело к осушению основной затопливаемой

площади дна, уплотнению грунтов осевшим льдом, их промерзанию.

Расположение водохранилища в зоне Верхнеколымского горнодобывающего комплекса обусловило мощный антропогенный пресс. Один из основных загрязнителей – взвешенные вещества, концентрация которых на отдельных водотоках превышает ПДК в 100 и более раз. В условиях зарегулированного стока Колымы водохранилище начало функционировать как гигантский отстойник. Прозрачность воды в нем, по данным 1984 г., колебалась в пределах 10–20 см. Выраженной температурной стратификации не отмечено: в августе 1984 г. температура воды на поверхности равнялась 8.8–12.6, на дне – 8.4–10.2 °С. Грунты на русловых участках сложены из галечников и скальных пород. В местах затопления светлехвойной тайги в результате разрушения многолетней мерзлоты происходит «выпадение леса». Быстрое вымывание тонкого почвенного покрова способствует образованию плотных «ковров» из мха, кустарников, трав.

Наблюдение за формированием донных сообществ зообентоса Колымского водохранилища начато в 1984 г. Методы сбора полевого материала традиционные. Макрозообентос изучали на 3 гидробиологических разрезах, включающих 11 станций. В 1987 г. дополнительно был введен 4-й разрез на приплотинном плесе. Пробы отбирали дночерпателем Петерсена ($S = 0.025 \text{ м}^2$), в зоне подпора водотоков – бентометром Леванидова ($S = 0.06 \text{ м}^2$). Биосток из ручьев фиксировали с помощью ловушки из мельничного газа N 23 ($S = 0.04 \text{ м}^2$); время экспозиции 60 мин. Общее число собранных проб 84. Учитывая крайне низкие количественные характеристики макрозообентоса, на каждой станции производили по 5–7 подъемов дночерпателя.¹

Видовой состав макрозообентоса водохранилища в 1984 г., по результатам наблюдений на 11 станциях, насчитывает 26 таксонов. Наиболее разнообразно представлено сем. *Chironomidae* – 23 вида. Олигохетный комплекс качественно беден (табл. 1). В пробах встречено несколько экземпляров малощетинковых червей, отнесенных к сем. *Enchytraeidae*,

¹ В работе принимали участие С.А. Леонов, В.Л. Самохвалов, личинки хирономид определены М.Ю. Нейман.

Макрозообентос Колымского водохранилища (1984 г.)

Качественный состав	Встречае- мость, %
<i>Oligochaeta</i>	
<i>Rhyacodrilus coccineus</i> Vejdov.	18
<i>Peloscolex chukotensis</i> Morev	18
<i>Alexandrovina ringulata</i> (Sok.)	36
<i>Enchytraeidae</i> gen.sp.	18
Ephemeroptera	9
<i>Chironomidae</i>	
<i>Rheopelopia</i> sp.	9
<i>Procladius choreus</i> Meig.	9
<i>Thienemannimyia</i> sp.	9
<i>Diamesa parva</i> Edw.	9
<i>Monodiamesa bathyphila</i> (K.)	18
<i>Cricotopus bicinctus</i> Meig.	9
<i>C. biformis</i> Edw.	9
<i>Eukiefferiella longicalcar</i> K.	18
<i>E. sellata</i> Pancratova	9
<i>Orthocladius abiskoensis</i> Edw.	9
<i>O. gr. saxicola</i> K.	18
<i>O. thienemanni</i> K.	9
<i>O. consobrinus</i> (Holm.)	9
<i>Paraphaenocladius impensus</i> Walk.	9
<i>Trissocladius brevipalpus</i> K.	9
<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> K.	9
<i>Harnischia curtilamellata</i> (Mall.)	9
<i>Polypedilum convictum</i> (Walk.)	45
<i>P. scalaenum</i> (Schränk.)	9
<i>Pentapedilum sordeus</i> (Van der Vulp)	9
<i>Micropsectra recurvata</i> Goetgh.	18
<i>Paracladopelma rollei</i> (Kirpitschenko)	9
<i>Sergentia flavodentata</i> Tschern.	9
Другие Diptera	9

однако отсутствие половозрелых особей не позволяет идентифицировать их более точно. По результатам съемок 1987 г. список видов олигохет дополнился за счет представителей сем. *Naididae*. В пробах, взятых на станциях приплотинного плеса, встречены *Stylaria lacustris*, *S. fossularis*, *Chaetogaster diaphanus*.

Помимо этого, в устье Детрина в силу изменения гидрологических процессов галечный биотоп освоил *Propappus arhynchotus* Sok. (*Enchytraeidae*), ранее не отмечавшийся в бассейне Верхней Колымы. Высокая плотность популяции вида и наличие половозрелых особей дает основание предполагать, что это явление неслучайное. Кроме хирономид в пробах зообентоса встречены личинки других *Diptera* и *Ephemeroptera*, представленные единичными экземплярами. В целом для водохранилища на данном этапе его заполнения отмечено 8 % видов от составляющих биофонд гидрофауны зоны затопления [1]. Экологически они могут быть дифференцированы на лимнофилы и эврибионты. На плесе р. Кунюкуй преобладают реофильные формы.

Изучение биостока в устьях 2 ручьев, впадающих в Колымское водохранилище, дало следующие результаты: за 1 ч через сечение 0.04 м^2 проходит до 300–700 экз. беспозвоночных с биомассой 0.6–1 г. В основном это организмы ритрона, активно участвующие в процессах дрифта: *Plecoptera*, *Ephemeroptera*, *Chironomidae*, *Trichoptera*, вероятно, не способные заселить вновь возникающие биотопы водохранилища. За счет пассивного сноса в водоем попадают малощетиновые черви, водяные клещи, нематоды, гаммариды. Однако, несмотря на наличие в водотоках ряда эврибионтных видов, колонизация формирующихся биотопов происходит медленно.

Количественные параметры макрозообентоса (табл. 2) могут быть охарактеризованы как чрезвычайно низкие: предельные значения биомассы за период наблюдений составили $0\text{--}1 \text{ г/м}^2$, плотности населения – $0\text{--}1560 \text{ экз./м}^2$. Следует отметить, что в развитии бентоса существуют определенные закономерности. Так, в 1985 г. встречаемость беспозвоночных во всех пробах, взятых в период июльской съемки, составляла 0, в августе – 80 %, в 1987 г. – в июне – 0, июле и августе – 20 %. Можно утверждать, что мы наблюдаем неустойчивые группировки беспозвоночных, формирование которых проходит в короткий промежуток времени (1–2 мес). Данное обстоятельство предопределяет низкую плотность населения, отсутствие явно выраженных доминантов. В целом тенденция формирования бентоса Колымского водохранилища схожа с таковой открытых участков Дурунинского, Кусачано-Беляковского и Чонского разливов Вилюйского [2].

Количественные характеристики макрозообентоса

Зообентос	Разрез			
	1	2	3	4

Август 1984 г.

<i>Oligochaeta</i>	0.020 20	0.030 10	0	-
<i>Chironomidae</i>	0.050 70	0.040 83	0.260 272	-
Общий	0.070 136	0.070 96	0.260 272	-

Август 1985 г.

<i>Oligochaeta</i>	0.070 20	0.080 30	0.060 10	-
<i>Chironomidae</i>	0.010 20	0.040 30	0.143 173	-
Общий	0.180 63	0.130 100	0.446 250	-

Август 1987 г.

<i>Oligochaeta</i>	0	0	0	0.187 347
<i>Chironomidae</i>	0	0	0	0.113 227
Общий	0	0	0	0.340 627

Примечание. Над чертой – средняя биомасса, г/м²; под чертой – средняя плотность населения, экз./м².

Слабое развитие бентофауны на данном этапе заполнения Колымского водохранилища обусловлено комплексом факторов. К важнейшим из них мы относим осушение, а зимой и промерзание значительных участков дна, быструю трансформацию затопливаемых биотопов, периодическое вымывание переотложенных

грунтов из зоны водохранилища за счет сильной проточности и аварийных сбросов воды, а также сильный антропогенный пресс.

Литература

1. Морев А.П., Нейман М.Ю., Засыпкина И.А., Тузовский П.В. Фауна донных сообществ Верхней Колымы // Пояс редколесий Верхней Колымы (район строительства Колымской ГЭС). Владивосток, 1985.
2. Огай Р.И. Зообентос // Биология Вилюйского водохранилища. Новосибирск, 1979.

Институт биологических проблем Севера
ДВО АН СССР

УДК 591.324.12 (571.663)

Н.В. Вехов

PRISTICEPHALUS JOSEPHINAE (GRUBE) (*ANOSTRACA* *CHIROCEPHALIDAE*) ИЗ ПОЙМЕННЫХ ТУНДРОВЫХ ОЗЕР РЕЛИКТОВОЙ ЧАСТИ АРЕАЛА СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ СССР

Особенности состава фауны, ареалы и биология жаброногов (*Anostraca*) тундровых водоемов Евразии изучены недостаточно, хотя в литературе имеются некоторые сведения по этим вопросам [1-6, 8, 9]. В частности, для северо-востока европейской части СССР выявлен видовой состав и исследованы зонально-типологические особенности распределения только отдельных видов жаброногов. Почти нет сведений по жизненным циклам и распространению редких видов *Anostraca*, к которым относится *Fristicephalus josephinae* (Grube) – представитель аллохтонной фауны региона, образующий здесь реликтовый участок ареала [4].

В 1972-1982 и 1986 гг. нами обследованы водоемы на северо-востоке европейской части СССР. Найдены новые, ранее неизвестные для *P. josephinae* местобитания в данной части ареала, – постоянные озера на первых надпойменных террасах рек Аячъяхи и

Биологические показатели *Pristicerphalus josephinae*
в надпойменных тундровых озерах

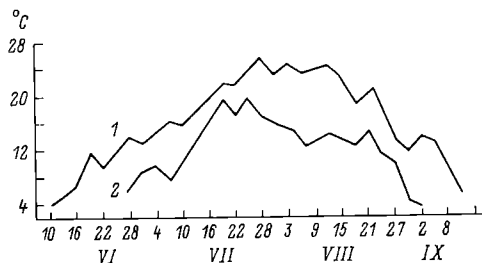
Показатель	Тип безледных периодов	
	обычный для региона (1977, 1979-1982 гг.)	короткий, холодный, с избытком атмосферных осадков (1978, 1986 гг.)
Длительность безледного периода, сут (календарные сроки)	85-90 (15-20 июня-10-15 сентября)	55-60 (1 июля-25 августа-1 сентября)
Длительность активной фазы существования популяций, сут	75-80	45-50
Размеры половозрелых особей, мм		
Самки	11.3 ± 1.6	11.8 ± 0.9
Самцы	8.6 ± 1.8	9.1 ± 1.5
Длительность репродуктивного периода, сут	65.0 ± 1.9	32.5 ± 2.7
Число кладок	5-6	3-4
Интервалы между кладками, сут	3.5 ± 1.2	3.6 ± 1.3
Плодовитость одной самки за один помет	30.6 ± 8.1	30.9 ± 7.3
Общая плодовитость одной самки в течение жизни	165.6 ± 15.9	115.9 ± 19.3

Воркуты. Материал по биологии собрали в 3 небольших озерах длиной 150–250 м и глубиной до 1.5 м. Одно озеро расположено в районе пос. Северного, 2 других – близ ст. Хановой. В работе использовали методику, разработанную для изучения *Anostraca* в естественных условиях [7].

В обследованных постоянных озерах на надпойменных террасах рек Аячъяхи и Воркуты в пределах реликтового участка ареала *P. josephinae* присутствует в течение всего безледного периода. Эта особенность данного вида выявлена впервые, так как на территории основной части ареала *P. josephinae* – строго сезонная форма, характерная для позднелетнего–раннелетнего периода [6]. Длительность активной фазы существования популяций *P. josephinae* в постоянных надпойменных тундровых озерах в 2–3 раза больше (см. таблицу), чем в пределах основного ареала – в водоемах южной части лесной зоны, лесостепи и степи [6], а также эфемерных субарктических лужах [4]. Во всех изученных ранее случаях она ограничивалась относительно высокими температурами, которые характерны для мелких и быстро прогреваемых водоемов в начале лета или же преждевременным высыханием биотопа.

Более продолжительная активная фаза существования популяций *P. josephinae* в надпойменных озерах определяется тем, что в Субарктике этот рачок обитает при оптимальной для него температуре воды. В данной фазе последняя значительно изменяется в зависимости от разных климатических условий безледного периода. В короткие, холодные и с избытком атмосферных осадков отрезки времени температура воды составляет 10–16, иногда достигает 18–19 °C (см. рисунок). В годы с обычными для региона климатическими условиями безледного периода она на 4–5 °C выше (максимум 22–23 °C), однако никогда не превышает верхней границы температурного диапазона *P. josephinae*, а если и возрастает, то лишь в отдельные дни и только в дневное время.

В годы с обычными климатическими условиями популяция *P. josephinae* существует в активной фазе в 1.5 раза дольше, чем в годы с коротким и холодным безледным периодом (см. таблицу). Выход личинок этого вида из латентных яиц начинается при температуре воды более 7–8 °C в первом случае в конце июня, а во втором – в начале июля. Температурный диапазон для жизни личинок и взрослых рач-



Изменение температуры воды в тундровых озерах на надпойменных террасах в разные годы.

1 - 1977 г., с обычным по продолжительности безледным периодом; 2 - 1978 г., с коротким холодным с избытком атмосферных осадков периодом. VI-IX - месяцы.

ков в обследованных озерах составляет 7-23 °С. Существенно не меняются в разные годы длительность развития до половозрелости, интервалы между кладками, размер кладки и длина половозрелых самок. В обычные по климатическим условиям годы число кладок, длительность репродуктивного периода и величина общей плодовитости в 1.5-2 раза больше, чем в годы с коротким, холодным, с избытком атмосферных осадков безледным отрезком времени.

Популяции *P. josephinae* из тундровых озер на надпойменных террасах в отличие от таковых из водоемов юга европейской части СССР характеризуются длительной активной фазой существования, значительно растянутым репродуктивным периодом и большим числом кладок латентных яиц, никогда ранее не наблюдавшимся у этого вида жаброногов, хотя температурный диапазон, размеры тела и длительность периода развития до половозрелости сходные в обоих регионах.

Литература

1. Вехов Н.В. Распространение и биология *Anostraca* и *Notostraca* в арктических и субарктических водоемах Европы // Биол. науки. 1984. № 12.
2. Вехов Н.В. Внутризональные особенности распро-

- странения и биотопического распределения *Anostraca* и *Notostraca* в водоемах европейского сектора Арктики и Субарктики // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1987. N 74.
3. Вехов Н.В. Изменчивость жизненных циклов северных видов жаброногих ракообразных (*Anostraca*, *Notostraca*) в пределах ареала в Европе // Экология. 1987. N 6.
 4. Вехов Н.В. Жаброногие ракообразные (*Lepidurus apus* L. и *Pristicephalus josephinae* (Grube)) аллохтонной фауны из водоемов реликтовых участков ареалов в европейской Субарктике // Биол. науки. 1988. N 8.
 5. Вехов Н.В. Особенности биологии и распространение жаброногих ракообразных *Lepidurus apus* L. и *Pristicephalus josephinae* (Grube) на северной границе ареала - в субарктическом регионе Западной Сибири // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1988. Вып. 1.
 6. Вехов Н.В. Изучение популяций *Anostraca* и *Notostraca* (*Crustacea*, *Branchiopoda*) водоемов долин рек Пры и Оки (Окский государственный заповедник) // Популяционные исследования животных в заповедниках. М., 1988.
 7. Вехов Н.В. Методические рекомендации по изучению биологии *Anostraca* (*Crustacea*, *Branchiopoda*) в мелких водоемах // Гидробиол. журн. 1989. Т.25, N 5.
 8. Смирнов С.С. *Phyllopoda* Арктики // Тр. Аркт. ин-та. 1936. Т. 51.
 9. Яшнов В.А. *Phyllopoda* Новой Земли // Бюл. МОИП. Отд.биол. 1940. Т. 49, вып. 1.

ВНИИ охраны природы и заповедного дела
Госкомприроды СССР

УДК 595.341.4-151

Б.З. Кауфман

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРЕФЕРЕНТНОГО ПОВЕДЕНИЯ ЦИКЛОПОВ *CYCLOPS STRENUUS* FISH

Неоднократные исследования различных реакций на абиотические факторы среды у колепод имеют наряду с несомненными достоинствами ряд недостатков.

Основной из них – то, что они не дают сколько-нибудь целостного представления об особенностях и причинах распределения и связанного с ним поведения вида в биотопе. Вместе с тем имеющиеся данные свидетельствуют о проявлении, особенно в экспериментальных условиях, очень интересных, иногда кажущихся неадекватными, черт. В связи с этим нами изучались некоторые особенности фото-, термо-, гало- и pH-преферендумов циклопов *Cyclops strenuus* Fish (V копеподитная стадия).

Материал собирали в мае в водоемах окрестностей г. Петрозаводска. Методику исследования фото- и термопреферентного поведения неоднократно публиковали ранее [2-4]. Гало- и pH-преферендумы изучали аналогично примененному при изучении водных олигохет способу [4, 6], т.е. использовали систему сообщающихся лунок. Диапазон соленостей, создаваемый растворами морской соли, равнялся 0-9‰ (через 2‰), pH – 3.5-8.8 (через 1.5), кислотность в водоеме, служившая контролем, – 7.15. Все эксперименты проводили с 3-кратными повторностями. Отдельно ставили опыты с серыми и красноватыми особями, приблизительно в равном соотношении входившими в исследовавшуюся популяцию. Данные обрабатывали по методу «скользящей средней», корреляционный анализ поведения – по методическим разработкам для малых выборок [1].

Циклопы *Cyclops strenuus* оказались строго фотопозитивными, при этом знак фототаксиса не изменялся в течение суток, а интенсивность реакции (т.е. процентное выражение отреагировавших на свет особей) варьировала, плавно увеличиваясь к 23-3 и 9-11 ч до своих максимальных значений (+28 и +25 % соответственно). В дневное время наблюдалось ее снижение до 13-15 % (рис. 1). Изучение серых и красноватых циклопов показало, что при практически полном совпадении ритма изменения интенсивности фотореакции они достоверно различались по уровню последней: красные особи обладали более высокими значениями фотопреферендума ($t_d = 5.98$ при $n = 12$, т.е. достоверная вероятность была более 0.999) (рис. 2). Необходимо отметить, что это оказалось единственным различием, которое удалось установить в ходе экспериментов. Все остальные реакции у представителей обеих групп были аналогичными.

В термоградиенте рачки концентрировались в зоне 9-10 °С, независимо от времени суток. Выбор такой

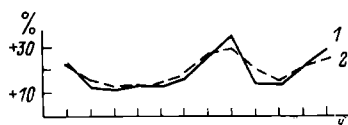


Рис. 1. Суточные изменения реакции фотопреферендума циклопов.

1 - эмпирические данные; 2 - данные, упорядоченные по методу «скользящей средней».

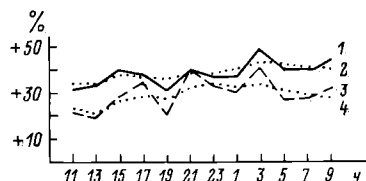


Рис. 2. Суточные изменения фотопреферендума циклопов.

1 - красноватые особи; 3 - серые особи (эмпирические данные); 2, 4 - соответствующие данные, упорядоченные по методу «скользящей средней».

температуры полностью совпадал с термическими условиями в водоеме, сами же значения преферендума оказались ниже, чем отмеченные для другого представителя рода *Cyclops* (к сожалению, автор не указал вид - 16-20 °C [5]).

В этой же работе [5] приводятся данные и о галопреферентном поведении того же *Cyclops* вр. Несмотря на обитание в пресной воде, рачки положительно реагировали на соленость 3‰. Результаты наших экспериментов также свидетельствуют о выборе *G. strenuus* невысокой солености, при этом их концентрирование наблюдалось в зонах с нулевой соленостью и равной 3.5-4‰. Каких-либо различий между особями 2 групп (размеры, активность и т.п.) нам выявить не удалось. На реакцию не влияли время суток и наличие или отсутствие освещения, однако наблюдалась определенная зависимость от продолжительности эксперимента. Так, максимальное для зоны с соленостью 4‰ количество особей отмечалось через 1 ч после начала опыта, затем рачки относи-

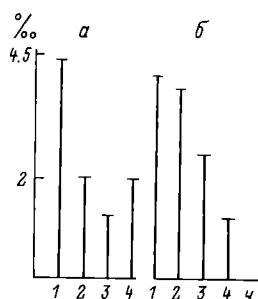


Рис. 3. Реакция галопререферен-
дума *Cyclops strenuus*.

а - на свету, б - в темноте.

тельно равномерно рассредоточива-
лись в зонах с более низкими ее
значениями (рис. 3).

Одновременно мы изучали пове-
дение в галоградиенте представи-
телей еще одного вида - *Eucyclops serrulatus* var.
speratus. Оно в целом аналогично поведению *Cyclops*
sp. Отличие заключается в гомогенном распределении
особей в диапазоне солености 0—4‰ (средняя
предпочитаемая - 3.5, избираемая максимальным
количеством особей - 2‰). При этом на протяже-
нии всего эксперимента наблюдалось снижение сред-
них значений преферендума.

Значения рН-преферендума *Cyclops strenuus* также
несколько различаются в зависимости от условий
обитания вида. Как уже говорилось, кислотность в
водоеме равнялась 7.15, однако она избиралась лишь
первые полчаса с начала эксперимента, а затем
большинство рачков переместилось в зону с рН 5.9.
Такая реакция сохранялась на протяжении всего
опыта и, как и галопререферендум, не зависела от
освещенности и времени суток.

Таким образом, циклопы *C. strenuus* обладают
отчетливо выраженным преферентным поведением по отно-
шению к 4 исследованным абиотическим факторам. При
этом реакция на свет и температуру адекватна усло-
виям в биотопе, а на соленость и кислотность -
отличается.

Литература

1. Ивантер Э.В. Основы практической биометрии. Петрозаводск, 1979.
2. Кауфман Б.З. Суточный ритм фотопреферендума у личинок *Chironomus plumosus* L. // Докл. АН СССР. 1977. Т. 236, N 1.
3. Кауфман Б.З. Суточные ритмы фото- и термопреферендумов некоторых беспозвоночных животных: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1983.
4. Кауфман Б.З. Преферентное поведение *Lumbric*

culus variegatus Müll. (Oligochaeta) / Ин-т биол. Карельского филиала АН СССР. Петрозаводск, 1986. 9 с. Деп. в ВИНТИ 11.09.86, N 6629-B86 деп.

5. Постникова Л.К. К методике изучения предпочитаемой температуры и солёности водными животными // Зоол. журн. 1938. Т. 17, вып. 2.
6. Тогобецкая Л.Т. Избирательность *Tubifex tubifex* по отношению к концентрации растворов соли // Гидробионты в загрязненной среде. Фрунзе, 1982.

Институт биологии
Карельского филиала АН СССР

УДК 595.324.3 + 574.583 : 591

В.Б. Вербицкий

**КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ ВЕТВИСТОУСОВОГО РАЧКА
BOSMINA LONGIROSTRIS ДЛЯ ЛИЧИНОК РЫБ.
II. АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БЕЛКА**

В задачу данного исследования входило определение аминокислотного состава белка босмин, а также сравнительное изучение полноценности кормовых организмов для личинок рыб. Для анализа аминокислотного состава белка использовали босмин, отловленных в июне 1981 г. в пруду Центральной экспериментальной базы ВНИИПРХ. Аминокислотный состав белка определяли на анализаторе марки KLA-3B по стандартной методике.

Сравнительный анализ аминокислотного состава белка показал, что босмины близки к науплиусам артемий как по процентному соотношению аминокислот в белке, так и по их суммарному содержанию (табл. 1). Так, по данным Соргелооса [3], в белке артемий содержится 42.5 % аминокислот, в том числе 22.9 незаменимых. По нашим данным, у босмин на 16 определенных аминокислот приходится 40.8 % белка, из них 23.2 % составляют незаменимые аминокислоты.

Содержание аминокислот в белке *Brachionus calyciflorus* значительно выше, чем у босмин и науплиусов артемий. Однако распределены они очень неравномерно. Такие результаты исследований, возможно, связаны с тем, что коловратки были взяты для ана-

Таблица 1

Аминокислотный состав белка босмин
и некоторых других кормовых организмов,
% от белка

Аминокислота	Босмины			Науплиусы артемий [3]	<i>Brachionus calyciflorus</i> [2]
	11 VI 1981 г.	20 VI 1981 г.	среднее		
Лизин	4.4	3.2	3.8	3.3	12.9
Гистидин (Гис)	1.7	1.4	1.5	0.8	1.8
Аргинин (Арг)	2.9	0.9	1.9	2.8	0.6
Аспарагиновая кислота (Асп)	4.3	2.2	3.2	4.0	2.4
Серин (Сер)	2.4	1.3	1.8	2.1	2.0
Глицин (Гли)	3.1	2.1	2.6	2.3	4.0
Глутаминовая кислота (Глю)	6.2	3.7	5.0	6.1	9.6
Треонин (Тре)	3.1	2.0	2.6	2.0	7.0
Аланин (Ала)	3.2	2.4	2.8	3.0	2.6
Пролин (Про)	3.3	1.1	2.2	2.2	—
Тирозин (Тир)	4.3	1.9	3.1	1.9	1.1
Метионин	—	—	—	1.2	4.8
Валин (Вал)	3.3	2.5	2.9	2.3	—
Фенилаланин (Фен)	1.5	1.0	1.3	2.0	2.9
Лейцин (Лей)	3.9	2.6	3.3	3.4	12.4
Изолейцин (Изо)	2.6	1.6	2.1	2.3	—
Цистин	0.7	0.8	0.7	0.9	—
Сумма	50.9	30.7	40.8	42.6	64.2
Сумма незаменимых аминокислот	28.4	17.9	23.2	22.9	43.5

лизов из культуры. Полученные сведения по аминокислотному составу белка босмин, а также литературные данные по артемиям [3] и брахионусам [2] использованы для сравнительной оценки их полноценности как стартового корма для личинок карпа.

Критерием полноценности является соответствие молярных соотношений аминокислот в белке кормовых организмов и в яйцеклетках и личинках карпа.

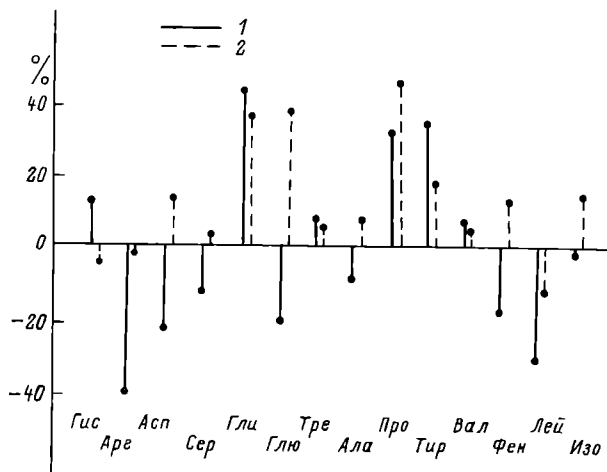
Соотношение аминокислот в белке брахионусов, рассчитанное относительно содержания лизина, очень резко отличается от такового как других кормовых организмов, так и яйцеклеток и личинок карпа (табл. 2). С последними совпадают только 2 аминокислоты – треонин и фенилаланин. Соотношение же аминокислот у босмин и артемий имеет значительную степень сходства с образцом. Так, босмины совпадают по 9 аминокислотам, а артемии – по 11 из 14.

Для более точной оценки адекватности сравниваемых величин построены гистограммы, на которых приведены отклонения относительных значений содержания каждой аминокислоты кормовых организмов от

Таблица 2

Молярные соотношения аминокислот в белке яйцеклеток и личинок карпа, а также в белке кормовых организмов
(за единицу принят лизин)

Аминокислота	Яйце- клет- ки карпа [1]	Личин- ки карпа [1]	Бос- мины	<i>Bra- chio- nus caly- ciflo- rus</i> [2]	Нау- пли- усы арте- мий [3]
Лизин	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Гистидин	0.23	0.33	0.41	0.14	0.23
Аргинин	0.77	1.00	0.47	0.05	0.86
Аспарагиновая кислота	0.54	1.67	0.83	0.18	1.21
Серин	0.38	0.83	0.47	0.15	0.63
Глицин	0.15	0.27	0.67	0.31	0.69
Глутаминовая кислота	1.31	1.67	1.28	0.74	1.87
Треонин	0.30	0.80	0.66	0.54	0.61
Аланин	0.53	1.17	0.73	0.20	0.91
Пролин	0.15	0.27	0.54	–	0.68
Тирозин	0.23	0.58	0.78	0.08	0.59
Валин	0.54	0.83	0.76	0.37	0.71
Фенилаланин	0.18	0.80	0.32	0.22	0.62
Лейцин	0.85	1.50	0.84	0.96	1.05
Изолейцин	0.30	0.80	0.54	0.96	0.70



Отклонения относительных величин (%) содержания аминокислот в белке тела босмин (1) и науплиусов артемий (2) от образца.

Образец – среднеарифметическое из относительных величин содержания аминокислот в яйцеклетках и личинках карпа. По оси абсцисс – аминокислоты (расшифровка сокращений приведена в табл. 1).

образца (см. рисунок). У артемий отклонения направлены в одну сторону – на превышение образца, а у босмин – разнонаправленны. Сумма нормированных отклонений для босмин составила 3.4, а для артемий – 5.4. Следовательно, аминокислотный состав белка босмин более сбалансирован по отношению к образцу, чем у артемий, т.е. босмины являются полноценным кормом для личинок карпа.

Литература

1. Здор В.И., Яржомбек А.А., Михеев В.П. Роль коллагена в формировании аминокислотного состава карпа и стерляди // Сб. науч. трудов ВНИИПРХ. 1978. Вып. 21.
2. Садыхов Д.Р., Богатова И.Б., Филатов В.И. Аминокислотный состав некоторых представителей

пресноводного зоопланктона // Гидробиол. журн. 1975. Т. 11, N 6.

3. Sorgeloos R., Baeza-Mesa M., Bossuyt E., Bruggeman E., Dobbeleir V., Versichele D., Lavina E., Bernardino A. Culture of Artemia on rice bran: the conversion of a waste-product into highly nutritive animal protein // Aquaculture. 1981. Deel 21, N 4.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 574.5 : 591.53 : 597

В.В. Кузьмина, В.К. Латов, Е.А. Посконова

**МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
БЕЛКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ
НЕКОТОРЫХ КОРМОВЫХ ОБЪЕКТОВ РЫБ**

В последние годы усилился интерес исследователей к изучению состава, структуры и молекулярных масс белковых компонентов тканей объектов питания различных представителей ихтиофауны. Проблема возникла в связи с необходимостью разработки эффективных кормовых смесей для промышленного воспроизводства ценных видов рыб. Вместе с тем ее решение имеет общебиологическое значение.

Действительно, в процессе эволюции сложились достаточно стабильные трофические взаимоотношения между отдельными видами рыб и различными группами гидробионтов. При этом для рыб из морских и пресноводных экосистем характерно ограниченное число основных типов питания, сопровождающихся перестройкой структурных и функциональных элементов их пищеварительной системы. Это дает основания предполагать, что существенное влияние на морфофизиологические характеристики систем, обеспечивающих потребление и эффективное усвоение консументами жертвы, оказывает молекулярный состав доминирующих компонентов пищи. Особая роль при этом принадлежит субстратам белковой природы, так как деполимеризация различающихся по массе и структуре молекул требует участия разных групп ферментов, функционирующих в разных физико-химических условиях.

© В.В. Кузьмина, В.К. Латов, 73

Е.А. Посконова, 1990

Таблица 1

Содержание растворимого и нерастворимого белка у некоторых гидробионтов

Объект исследования	Белок, г/100 г сырой массы ткани		Белок, % от общей концентрации
	общий	растворимый	
Зоопланктон	8.4 ± 1.4	2.7 ± 0.8	$\frac{67.9}{32.1}$
Артемия	21.2 ± 1.9	7.5 ± 0.9	$\frac{64.6}{35.4}$
Олигохеты	14.6 ± 1.43	7.9 ± 1.05	$\frac{45.9}{54.1}$
Личинки хирономид	7.7 ± 0.48	3.4 ± 0.29	$\frac{55.8}{44.2}$
Личинки хаоборуса	11.6 ± 0.19	4.8 ± 0.38	$\frac{58.6}{41.4}$
Моллюски	10.4 ± 0.6	5.0 ± 0.7	$\frac{51.9}{48.9}$
Молодь рыб	16.6 ± 0.2	3.9 ± 0.4	$\frac{76.5}{23.5}$

Примечание. Над чертой – нерастворимый белок, под чертой – растворимый.

Цель работы состояла в изучении соотношения растворимых и нерастворимых белковых компонентов, а также их молекулярно-массовых характеристик у ряда гидробионтов – потенциальных кормовых объектов рыб. Исследовали рачковый планктон, *Artemia salina*, *Tubifex tubifex*, личинки *Chironomus* sp. и *Chaoborus* sp., различные виды моллюсков и рыб. Содержание белка определяли по методу Лоури [3], молекулярную массу белковых компонентов – с помощью гель-фильтрационной хроматографии в супернатанте после центрифугирования гомогенатов (8 тыс. об./мин), приготовленных на фосфатном буфере (pH 6.8) в течение 20 мин при помощи прибора фирмы Yanaco, колонка Bio-Sil TSK-250, детектирование при 280 нм, элюат-фосфатный буфер (pH 6.8).

Установлены существенные различия в соотношении растворимых и нерастворимых белковых компонентов, а также их молекулярно-массовых характеристик (табл. 1, 2). Количество растворимых белков в тканях рыб ниже, чем у бентических форм.

Высокомолекулярные компоненты с массой, близкой к 500 кД, выявлены у олигохет, личинок хаборуса и рыб (табл. 2). Белки с массой 100–200 кД в значительном количестве обнаружены у личинок хаборуса, в меньшем – у представителей рачкового планктона, молоди рыб и моллюсков; у олигохет и личинок хирономид они не обнаружены. Белки с массой около 40–70 и 10–20 кД представлены более равномерно. Исключение составляют личинки хирономид, у которых преобладают белки с массой 17 кД, соответствующей молекулярной массе миоглобина. Количество молекул с массой, близкой к 1 кД (пептиды и аминокислоты),

Таблица 2

Молекулярно-массовые характеристики и концентрация различных белковых компонентов у некоторых гидробионтов

Объект исследования	Молекулярная масса белковых компонентов, кД				
	500	100–200	40–70	10–20	1
Зоопланктон	$\frac{0.7}{0.02}$	$\frac{8.4}{0.23}$	$\frac{0.6}{0.02}$	–	$\frac{90.4}{2.44}$
Олигохеты	$\frac{36.0}{2.84}$	–	$\frac{7.0}{0.55}$	$\frac{4.8}{0.38}$	$\frac{52.3}{4.13}$
Личинки хирономид	$\frac{5.2}{0.18}$	–	$\frac{5.1}{0.17}$	$\frac{73.9}{2.51}$	$\frac{15.8}{0.54}$
Личинки хаборуса	$\frac{14.7}{0.71}$	$\frac{24.3}{1.17}$	$\frac{9.8}{0.47}$	$\frac{3.9}{0.19}$	$\frac{47.5}{2.28}$
Моллюски	$\frac{1.5}{0.08}$	$\frac{3.9}{0.19}$	$\frac{5.5}{0.27}$	$\frac{6.5}{0.33}$	$\frac{82.5}{4.12}$
Молодь рыб	$\frac{17.7}{0.69}$	$\frac{5.5}{0.21}$	$\frac{1.6}{0.06}$	$\frac{2.1}{0.08}$	$\frac{72.9}{2.84}$

Примечание. Над чертой – молекулярная масса, % от концентрации растворимого белка; под чертой – концентрация растворимого белка, г/100 г сырой массы.

максимально у представителей рачкового планктона и значительно у некоторых бентических форм (моллюски, олигохеты) и молоди рыб.

На основании данных, касающихся концентрации растворимого белка, у исследованных гидробионтов были рассчитаны средние значения содержания белковых компонентов с разной молекулярной массой. Оказалось, что значительное их количество (более 1 г на 100 г сырой массы ткани) приходится на высокомолекулярные и сложные (с молекулярной массой выше 100 кД) белковые компоненты. Однако наибольшее количество последних приходится в основном на низкомолекулярные пептиды и аминокислоты (0.5–4.1 г на 100 г сырой массы ткани). Лишь у личинок хирономид основная часть белковых компонентов представлена низкомолекулярными белками, идентифицированными как миоглобин.

Анализ данных показывает, что для усвоения консументами 1 г белковых компонентов различающихся по таксономии жертв, требуется разная мощность ферментных систем. Рыбам со слабо развитой цепью протеаз (личинки всех видов рыб, некоторые виды бенто- и планктофагов) доступны лишь кормовые объекты с большим количеством низкомолекулярных растворимых белковых компонентов. У представителей зоопланктона содержание растворимых белков может достигать 70 % от общего их количества [1]. В этом случае, согласно нашим данным, низкомолекулярные пептиды и аминокислоты составляют 2.9 г на 100 г сырой массы ткани. На долю белков с массой 40–70 и 500 кД приходится лишь 0.02 г, а с массой 100–200 кД – 0.3 г на 100 г сырой массы ткани.

Поскольку биохимический состав кормовых объектов значительно варьирует в зависимости от гидрологического и гидрохимического режимов водоема, возраста и условий питания организмов, а также других факторов [2], ясно, что абсолютные величины содержания отдельных компонентов у исследованных нами и других видов гидробионтов могут несколько отличаться от приводимых здесь данных. Однако несомненно, что зоопланктон содержит большее количество легкоусвояемых белковых компонентов, в то время как объекты питания ряда бентофагов и всех типичных и факультативных хищников – преимущественное количество последних, которые требуют предварительного их гидролиза ферментными системами, обеспечивающими процессы полостного и мембранного пищеварения.

Таким образом, соотношение белковых компонентов

с разной молекулярной массой у гидробионтов, которые составляют кормовую базу рыб, отличающихся по характеру питания, различно. Молекулярно-массовые характеристики белковых компонентов кормовых объектов рыб коррелируют с их пищевым поведением, а также структурно-функциональной организацией пищеварительного тракта.

Литература

1. Ильина И.Д. Физиолого-биохимические аспекты белкового питания личинок карпа: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1986.
2. Кузьмина В.В. Биохимический состав и калорийность кормовых объектов рыб Рыбинского водохранилища / ИБВВ АН СССР. Борок, 1981. Деп. в ВИНТИ 27.11.81, N 5922-81 деп.
3. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol-reagent // J.Biol.Chem. 1951. Vol. 193.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина АН СССР
Институт элементоорганических соединений
им. А.Н. Несмеянова АН СССР

УДК 595.132

В.Г. Гагарин

К ФАУНЕ СВОБОДНОЖИВУЩИХ НЕМАТОД ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Материал собирали в Астраханском государственном заповеднике (Дамчикский участок) в мае 1989 г. Обследовали водоемы разного типа: временные, существующие только в период весеннего паводка (полюи), постоянные (протоки, ерики, култуки) и авандельту. В полюях взяли 6 проб: 3 количественные пробы грунта и 3 качественные (смывы с растений). В проточных водоемах дельты отобрали 10 проб: 9 количественных (грунт в зарослях тростника, роголистника, лотоса, а также на акватории, свободной от водной растительности) и 1 качественную (смыв с корней ивы, перифитон). В авандельте взяли 4 коли-

Видовой состав нематод

Вид	Полои	Протоки, ерикки, култуки	Аван- дельта
Отр. Enoplida			
<i>Adoncholaimus aralensis</i> Filipjev	-	+	+
<i>Tripyla glomerans</i> Bastian	-	+	-
<i>Trischistoma monochystera</i> (de Man)	-	+	-
<i>Tobrilus gracilis</i> (Bastian)	-	+	+
<i>T. helveticus</i> (Hofmaenner)	-	+	-
<i>Eutobrilus grandipapillatus</i> (Brakenhoff)	-	+	-
<i>Brevitobrilus stefanskii</i> (Micoletzky)	-	+	-
<i>Semitobrilus longicaudatus</i> (Hofmaenner)	-	+	-
Отр. Dorylaimida			
<i>Mononchus truncatus</i> Bastian	-	+	-
<i>Alaimus primitivus</i> de Man	-	+	-
<i>Ironus ignavus</i> Bastian	-	+	-
<i>I. tenuicaudatus</i> de Man	-	+	-
<i>Aquatides shadini</i> (Filipjev)	+	-	-
<i>Dorylaimus stagnalis</i> Dujardin	+	+	+
<i>Prodorylaimus gurvitschi</i> Eliava	+	-	-
<i>Mesodorylaimus bastiani</i> (Bütschli)	+	-	-
<i>M. dadayi</i> (Thorne et Schwanger)	+	-	-
<i>M. flavomaculatus</i> (Linstow)	-	+	-
<i>M. hofmaenneri</i> (Menzel)	+	+	-
<i>Aporcelaimellus krygeri</i> (Ditlevsen)	+	-	-
<i>Eudorylaimus</i> sp.	+	-	-
Отр. Monhysterida			
<i>Axonolaimus spinosus</i> (Bütschli)	-	+	+
<i>Daptonema dubium</i> (Bütschli)	-	+	+
<i>D. osadchikhae</i> (Tchesunov)	-	+	+

Вид	Полои	Протоки, ерики, култуки	Аван- дельта
<i>Monhystera stagnalis</i> Bastian	-	+	-
<i>M. paludicola</i> de Man	-	+	-
<i>M. lemani</i> Juget	+	+	-
<i>Eumonhystera dispar</i> (Bastian)	-	+	-
Отр. Chromadorida			
<i>Chromadorina viridis</i> (Linstow)	-	+	-
<i>Ch. bioculata</i> (Schultze in Carus)	-	+	-
<i>Punctodora ratzeburgensis</i> (Linstow)	-	+	-
<i>Aphanolaimus viviparus</i> Plotnikoff	-	+	-
<i>Paraphanolaimus anisitsi</i> (Daday)	-	+	-
<i>P. behningi</i> Micoletzky	-	+	-
<i>Paraplectonema pedunculatum</i> (Hofmaenner)	-	+	-
<i>Chronogaster typicus</i> (de Man)	-	+	-
<i>Ch. borttgeri</i> Kischke	-	+	-
<i>Plectus ciferatus</i> Bastian	+	+	-
Отр. Rhabditida			
<i>Diplogaster rivalis</i> (Leydig)	-	+	-
Отр. Tylenchida			
<i>Hirschmanniella gracilis</i> (de Man)	-	+	+

качественные пробы грунта: 2 - на участках, свободных от макрофитов, и 2 - в зарослях тростника и лотоса. Количественные пробы грунта отбирали стратометром С-1, фиксировали 2-4%-ным формалином. Определение и промеры нематод проводили на постоянных глицериновых препаратах, подкрашенных метиленовой синькой.

Обнаружили 40 видов, относящихся к 6 отрядам нематод (см. таблицу). Наиболее богатый видовой состав наблюдали в постоянных водоемах дельты (34 вида). По числу особей и частоте встречаемости доминировали виды рода *Daptonema*: *D. dubium* и *D. osadchikhae*. Первый широко распространен в солоноватых водоемах, но встречается также и в пресных водах (в частности, в водоемах Волжского бассейна [2]), второй вид – эндемик Каспия [3]. Из осолоненной фауны Каспийского моря были отмечены еще 2 вида: *Axonolaimus spinosus* и *Adoncholaimus aralensis*. Основная масса зарегистрированных видов — пресноводные. Среди них по числу встреченных особей доминировал *Tobrilus gracilis*. Довольно часто в пробах присутствовали виды, по месту обитания связанные с корневой системой водных макрофитов: *Hirschmanniella gracilis*, *Chronogaster typicus*, *Ch. boettgeri*. Фитопатогенные формы (*Hirschmanniella behningi*, *H. oryzae*, *Chrysonemoides holsaticus*, *Panagrolaimus hygrophilus*), ранее зарегистрированные в данном районе заповедника [1], не обнаружены. Численность нематод в грунте постоянных водоемов колебалась в пределах 20–300 тыс. экз./м². Специфичной оказалась фауна червей, обитающих на корнях ивы. Основную массу особей составили 3 оксифильных вида: *Chromadorina bioculata*, *Ch. viridis* и *Punctodora ratzemburgensis*.

В пробах грунта из аванделты нашли всего 7 видов (см. таблицу), причем 4 из них – типичные обитатели Каспия [3]. По числу особей превалировала *Daptonema dubium*. Плотность червей – 8–14 тыс. экз./м².

В полях состав фауны нематод резко отличался от таковой постоянных водоемов и аванделты. Основу фауны составили виды (амфибионты из отр. *Dorylaimida* (см. таблицу)), которые широко распространены в мелководных временных водоемах (каналы, лужи), на мхе и влажной почве. Наиболее многочисленны и часто встречались *Mesodorylaimus bastiani* и *Aporcelaimellus krygeri*. Численность нематод в полях была низкой (5–30 тыс. экз./м²).

Литература

1. Гагарин В.Г. К вопросу о нематодах корневой системы пресноводных макрофитов // Фауна беспозвоночных и условия воспроизводства рыб в при-

- брежной зоне Верхне-Волжских водохранилищ. Рыбинск, 1978.
2. Гагарин В.Г. Пресноводные нематоды европейской части СССР. Л., 1981.
 3. Чесунов А.В. Свободноживущие нематоды Каспийского моря: Автореф. дис. ... канд.биол. наук. М., 1979.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 591.69 - 7 - 51 + 576.895.122.1

Т.И. Жарикова, Н.А. Изюмова, М.А. Степанова,
О.Ю. Юсупов

**О ЗАРАЖЕННОСТИ ЛЕЩЕЙ (*ABRAMIS BRAMA* L.)
DACTYLOGYRUS WUNDERI MONOGENEA)
В РЯДЕ РАЙОНОВ ДЕЛЬТЫ РЕКИ АМУДАРЬИ
И АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

Изучение изменчивости организмов, в том числе и паразитических, необходимо для познания структуры вида и включает в себя ряд вопросов: выявление вызывающих ее факторов, определение пластических и меристических признаков, наиболее ей подверженных, и др.

Ранее [2-4] нами было проведено изучение изменчивости моногеней рода *Dactylogyrus* в зависимости от ряда экологических факторов: температуры, скорости течения, глубины водоема. С целью выявления воздействия такого важного для южных районов фактора, как соленость, на зараженность лещей жаберными паразитами было проведено исследование на оз. Восточный Каратерень (Каракалпакская АССР), соленость воды в котором достигает 12‰ [5]. Установлено, что для лещей из этого озера характерна низкая численность жаберных паразитов. При сравнении хитиноидных структур *Dactylogyrus wunderi* из оз. Восточный Каратерень и Волжского плеса Рыбинского водохранилища значительных различий в их размерах не обнаружено.

Исследование в этом плане было продолжено в

Размеры хитиноидных образований *Dactylogyrus wunderi*
с лещей из различных водоемов, мкм

Признак	Дауткуль- ское во- доохрани- лище	Аббаский залив	Джалтыр- баский залив	Волжский плес Ры- бинского водохра- нилища	Оз. Вос- точный Карате- рень
Срединные крючья:					
общая длина	45.6±1.9	49.3±0.4	50.2±0.6	48.8±0.4	47.8±0.4
длина основной части	34.5±1.3	37.4±0.2	37.6±0.4	37.2±0.2	37.4±0.3
длина острия	13.6±0.8	16.8±0.3	17.6±0.4	18.3±0.2	18.5±0.3
длина внутреннего отростка	16.3±0.9	20.1±0.3	19.4±0.4	19.2±0.1	19.3±0.3
длина наружного отростка	6.4±0.4	7.0±0.2	6.5±0.2	5.7±0.1	7.1±0.1
Крайевые крючья:					
общая длина	26.3±0.5	28.4±0.4	27.0±0.5	27.5±0.2	29.1±0.3
длина острия	7.1±0.4	6.7±0.3	7.4±0.2	7.8±0.1	7.6±0.2
длина рукоятки	11.4±0	13.5±0.4	11.9±0.2	11.7±0.1	13.5±0.3
Соединительная пластинка:					
ширина	30.1±1.2	32.1±0.6	32.0±0.7	30.9±0.2	33.5±0.6
длина	4.3±0.3	7.0±0.2	6.3±0.4	5.7±0.1	6.7±0.2

рин-желатиновые препараты *D. wunderi* с 3 участков: Дауткульского водохранилища (дельта р.Амударьи), Аббаского и Джалтырбаского заливов (Аральское море). Материал был собран в августе-сентябре 1971 г. В Дауткульском водохранилище экстенсивность инвазии лещей составила 93.3 %, интенсивность - 11.7 экз. на одной рыбе, в Аббаском заливе - соответственно 68.4 и 16.5, в Джалтырбаском - 73.3 и 4.5 [6, 8].

Дауткульское водохранилище [1] - пресноводный водоем, расположенный на правом берегу дельты р.Амударьи, характеризуется наличием больших плесов. Наибольшая глубина в полноводный год достигает 8 м, прозрачность воды - 3-4 м. Кислородный режим в летне-осеннее время благоприятный, содержание кислорода в придонных слоях близко к насыщению (90-95 %), поверхностные слои часто оказываются перенасыщенными им (120-175 %). В теплые зимы наблюдаются заморные явления.

Аббаский залив [8] с севера граничит с Аральским морем и большая его часть является нерестилищем рыб. Насыщенность воды кислородом составляет 95.9-110 %. В летний период преобладающая часть залива опреснена. Прозрачность воды достигает 1-2.5 м, летом в некоторых участках залива она становится мутной. Глубина залива - 6 м в морской стороне залива, средняя - 2-3 м, средняя соленость воды - 4-5, максимальная - 8‰.

Джалтырбаский залив [9] с северо-запада граничит с Аральским морем. Южная его часть служит нерестилищем рыб, однако в связи с осолонением условия нереста здесь хуже, чем в Аббаском заливе. Глубина залива - 1-2.2 м, содержание кислорода в воде близко к насыщению - 88-97%, ее соленость равна 8, а на некоторых станциях достигает 11.6‰.

При сравнении гидрохимических показателей указанных водоемов видно, что самые оптимальные условия для развития моногеней - в Дауткульском водохранилище, менее благоприятные - в Аббаском и Джалтырбаском заливах. Из всех экологических факторов, влияющих на численность и размеры моногеней, лимитирующим служит, очевидно, соленость воды.

Была поставлена задача изучить изменчивость *Dactylogyrus wunderi*, взятых из описанных выше водоемов, путем сравнения метрических показателей хитиноидных структур прикрепительного диска. Для анализа были использованы 24 экз. паразитов из

Дауткульского водохранилища, 71 – из Абасского и 36 – из Джалтырбаского залива. Результаты проведенных промеров 10 параметров прикрепительного диска представлены в таблице.

При сравнении размеров хитиноидных структур *D. wunderi* из исследуемых водоемов не было выявлено сколько-нибудь значительных различий. Известно, что размеры гельминтов находятся в обратной зависимости от интенсивности заражения ими хозяина [8]. По всей видимости, отмеченные выше различия в зараженности лещей *D. wunderi* не привели к различиям в размерах хитиноидных элементов червей.

Далее был проведен сравнительный анализ метрических показателей хитиноидных образований *D. wunderi* из описанных выше водоемов, оз. Восточный Каратерень [5] и Волжского плеса Рыбинского водохранилища [2]. Оказалось, что практически по всем параметрам моногеней из этих водоемов схожи. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что *D. wunderi* – эвригалинный вид, который может существовать как в пресноводных водоемах, так и в условиях с повышенной соленостью воды и обладает большими адаптационными возможностями.

Литература

1. Алланиязова Т., Юсупов О.Ю. Краткая физико-географическая характеристика низовьев Амударьи // Паразиты рыб и водных беспозвоночных низовьев Амударьи. Ташкент, 1980.
2. Изюмова Н.А., Жарикова Т.И., Карабекова Д.У., Асылбаева Ш.М. Сравнительные данные по численности дактилогирид леща (*Abramis brama* L.) Рыбинского водохранилища и оз. Иссык-Куль // Биология внутренних вод: Информ.бюл. Л., 1985. N 66.
3. Изюмова Н.А., Жарикова Т.И., Степанова М.А. Видовой состав, численность и распределение дактилогирисов на жабрах леща (*Abramis brama* L.) р. Дунай // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985. N 67.
4. Изюмова Н.А., Жарикова Т.И., Степанова М.А. Жаберные паразиты леща нижней Волги // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1987. N 76.
5. Изюмова Н.А., Жарикова Т.И., Юсупов О.Ю., Степанова М.А. Жаберные паразиты леща (*Abramis brama orientalis* Berg.) озера Восточный Кара-

терень // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1988. N 78.

6. **Османов С.О.** Изменение паразитофауны аральских рыб под влиянием современного гидрорежима и акклиматизации гидробионтов // Вопросы паразитологии Аральского моря. Ташкент, 1976.
7. **Османов С.О., Юсупов О.Ю.** Влияние осолонения Аральского моря на паразитофауну рыб // Паразитологический сборник ЗИН АН СССР. Л., 1985. Т. 33.
8. **Ошмарин П.Г.** К изучению специфичной экологии гельминтов. Владивосток, 1959.
9. **Убайдуллаев К.К.** Физико-географическая характеристика Аральского моря // Вопросы паразитологии Аральского моря. Ташкент, 1976.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 591.132.05 : 597

В.В. Кузьмина, Е.Г. Смирнова

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ
МЕЖДУ ЭНТЕРОЦИТАМИ
И ОТДЕЛЕННЫМ ОТ НИХ АПИКАЛЬНЫМ ГЛИКОКАЛИКСОМ
В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ КИШЕЧНИКА РЫБ
(НА ПРИМЕРЕ ЛЕЩА)**

В настоящее время твердо установлено, что у всех позвоночных животных большая часть химических связей в пищевых субстратах разрушается в зоне щеточной каймы энтероцитов, составляющих основу кишечного эпителия, за счет механизма мембранного пищеварения. Щеточная кайма образована многочисленными выростами апикальной части плазматической мембраны энтероцитов – микроворсинками. От последних отходят полисахаридные нити, образующие слой толщиной 1000–5000 Å.

При исследовании высших позвоночных животных продемонстрировано, что гликокаликс выполняет ряд исключительно важных функций: 1) поддерживает определенную жесткость системы микроворсинок, 2) осуществляет физическую и химическую защиту плазматической мембраны от повреждающего действия

химуса, 3) создает перичеселлюлярную среду с гомеостатирующими условиями, 4) придает селективный и векторный характер переноса различных веществ к мембране, 5) облегчает транспорт некоторых веществ к поверхности мембраны вследствие возникновения капиллярного эффекта, 6) регулирует эффективность просачивания молекул воды через мембрану путем связывания некоторых катионов, 7) способствует реализации феномена сложной адсорбции ферментов, 8) обеспечивает последовательную деградацию субстратов благодаря пространственной разобщенности таковых разного размера и ферментов одной цепи, 9) модифицирует свойства свободных ферментов (K_m , V_{\max} , термостабильность и др.), 10) объединяет конечные этапы пищеварения и начальные этапы транспорта нутриентов, 11) исключает присутствие полостных бактерий, 12) обеспечивает иммунологические функции кишки, 13) осуществляет очистку щеточной каймы от загрязнений в результате самоотторжения и т.д. [1, 2, 4].

Одной из основных функций гликокаликса является его участие в процессах мембранного пищеварения, так как именно здесь происходит гидролиз значительной части пищевых субстратов. С помощью метода реплик было показано, что апикальный гликокаликс у крыс содержит 86.5 % трипсина, 62 % α -амилазы, 18% щелочной фосфатазы и до 10 % ди- и трипептидаз от общей активности указанных ферментов в слизистой [3]; у цыплят – 16.5 % мальтазы, 8 % щелочной фосфатазы, 2.8–4.3 % ди- и трипептидаз [1]. Активность сахаразы в апикальном гликокаликсе не отмечена ни у млекопитающих, ни у птиц.

Поскольку сведения о распределении ферментов между энтероцитами и апикальным гликокаликсом у низших позвоночных животных, и в частности у рыб, отсутствовали, цель работы состояла в решении этого вопроса на примере гидролаз, осуществляющих гидролиз углеводов и эфиров ортофосфорной кислоты в кишечнике леща.

Для количественной оценки ферментов, связанных с апикальным гликокаликсом, использовали метод его препаративного выделения [3]. Суть метода заключается в том, что в просвет кишки, предварительно промытой раствором Рингера (рН 7.4) и завязанной с переднего конца, вводят шприцом 2–4%-ный раствор агар-агара при температуре 40 °С (в виде золя). Затем перевязывают задний конец отрезка кишки,

помещают препарат в раствор Рингера и охлаждают при температуре 0–4 °С. При этом золь переходит в гель и застывший агар-агар образует стержень, поверхность которого представляет собой негативный отпечаток внутренней поверхности кишки. Стержень, называемый репликой, извлекают из кишки, затем отдельно гомогенизируют слизистую и реплику и определяют активности пищеварительных ферментов в обоих препаратах. Исследовали 3 отдела кишечника: проксимальный, включающий расширенную часть до первой петли, дистальный – участок от последней петли до анального отверстия, медиальный – остальную часть кишки.

Уровень активности одноименных ферментов в гомогенате слизистой кишечника и реплике соответствующих отделов различен (см. таблицу). Особенно важно отметить отсутствие сахаразной активности в реплике всех исследованных участков кишки. Этот факт хорошо согласуется с данными (полученными при исследовании млекопитающих и птиц) о том, что сахараза, будучи прочно связанной с мембранами энтероцитов, не содержится в апикальном гликокаликсе. Активность щелочной фосфатазы связана преимущественно со слизистой – в реплике обнаруживается лишь 10–13 % активности этого фермента. Различия в уровне ферментативной активности указанных отделов кишечника статистически недостоверны. Уровень общей амилалитической активности также выше в слизистой кишечника, однако относительное содержание ферментов, участвующих в гидролизе крахмала, в реплике приблизительно в 2 раза выше по сравнению с щелочной фосфатазой (около 20 %).

Особого внимания заслуживает относительно повышенная по сравнению с высшими позвоночными животными активность мальтазы, а также значительно более низкая активность α -амилазы в апикальном гликокаликсе (порядка 30–40 %). В основе наблюдаемых различий может лежать более высокий уровень, чем у высших позвоночных животных, активности α -амилазы в латеральном гликокаликсе, а также меньшая активность различных олиго-, тетра- и трисахаридаз. Правомочность первого предположения подтверждается данными о том, что у рыб тяжи панкреатической ткани могут на протяжении большей части кишечника глубоко проникать в ткани слизистой оболочки [5].

В заключение необходимо отметить следующее. Полученные результаты подтверждают данные о неравномерном распределении ферментов на структурах

Распределение активности ферментов
между энтероцитами
и апикальным гликокаликсом в кишечнике леща

Фермент	Проксимальный отдел	
	слизистая	реплика
Сахараза	$\frac{0.19 \pm 0.13}{100}$	$\frac{0}{0}$
Мальтаза	$\frac{0.58 \pm 0.16}{68.7 \pm 6.0}$	$\frac{0.24 \pm 0.03}{31.3 \pm 6.1}$
α -амилаза*	$\frac{1.18 \pm 0.20}{69.4 \pm 9.5}$	$\frac{0.39 \pm 0.07}{30.6 \pm 9.5}$
Общая амилолитическая активность	$\frac{1.17 \pm 0.23}{79.8 \pm 7.1}$	$\frac{0.24 \pm 0.05}{20.2 \pm 7.1}$
Щелочная фосфатаза**	$\frac{244.09 \pm 26.01}{89.7 \pm 2.3}$	$\frac{31.21 \pm 9.81}{10.3 \pm 2.3}$

* – мг/(г·мин), ** – мкмоль/(г·мин).

щеточной каймы. При этом установлено, что активность сахаразы и щелочной фосфатазы исключительно или преимущественно связана с мембранами микроворсинок и латеральным гликокаликсом, общая амилолитическая активность – лишь на 80 %. Иными словами, начальные и промежуточные этапы гидролиза биополимеров по сравнению с заключительными стадиями этого процесса происходят в большей степени на структурах апикального гликокаликса. Не исключено, что меньшая активность ферментов, обеспечивающих начальные этапы гидролиза полисахаридов, в зоне апикального гликокаликса связана с меньшим по сравнению с высшими позвоночными животными содержанием углеводов в пище рыб. Впервые показано, что соотношение активности ферментов в апикальном гликокаликсе и клетках слизистой близко на протяжении всего кишечника. Ранее при исследовании крыс и кур анализировали лишь тонкий кишечник, поэтому было не ясно, является ли выявленная закономерность особенностью рыб, обладающих относительно коротким и малодифференцированным кишечником, или она характерна для всех позвоночных животных и человека.

Таблица (продолжение)

Медиальный отдел		Дистальный отдел	
слизистая	реплика	слизистая	реплика
$\frac{0.28 \pm 0.13}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.44 \pm 0.19}{100}$	$\frac{0}{0}$
$\frac{0.86 \pm 0.30}{64.0 \pm 17.9}$	$\frac{0.18 \pm 0.06}{35.9 \pm 17.6}$	$\frac{0.40 \pm 0.05}{62.0 \pm 9.6}$	$\frac{0.24 \pm 0.09}{37.9 \pm 9.5}$
$\frac{1.13 \pm 0.36}{69.4 \pm 8.8}$	$\frac{0.59 \pm 0.06}{30.5 \pm 8.9}$	$\frac{0.83 \pm 0.21}{57.7 \pm 2.3}$	$\frac{0.50 \pm 0.18}{42.3 \pm 2.3}$
$\frac{0.98 \pm 0.22}{79.0 \pm 6.8}$	$\frac{0.26 \pm 0.10}{21.0 \pm 9.0}$	$\frac{0.71 \pm 0.18}{81.5 \pm 6.9}$	$\frac{0.17 \pm 0.08}{18.5 \pm 6.9}$
$\frac{273.73 \pm 60.0}{88.5 \pm 3.9}$	$\frac{32.25 \pm 17.77}{11.5 \pm 3.9}$	$\frac{72.5 \pm 32.47}{86.9 \pm 10.0}$	$\frac{19.23 \pm 16.27}{13.1 \pm 10.0}$

Примечание. Над чертой – абсолютные значения активности, ммоль/(г·мин), под чертой – % от суммарной активности ферментов в слизистой и реплике.

До недавнего времени было известно о сходстве такого важного параметра, каким является соотношение активности различных ферментов в разных структурах щеточной каймы, лишь у высших позвоночных животных (млекопитающие, птицы). Нами установлено, что характеристики, полученные для рыб, в значительной мере близки к таковым высших позвоночных животных. Поскольку рыбы появились на значительно более ранних этапах эволюции, чем млекопитающие и птицы, эти данные свидетельствуют о том, что многие структурно-функциональные особенности мембранного пищеварения сформировались на ранних этапах филогенеза позвоночных животных. Можно предположить, что структурно-функциональная организация пищеварительно-транспортной поверхности, в том числе степень развития гликокаликса, у разных гидробионтов может значительно варьировать в зависимости от их таксономии и характера питания.

Литература

1. Кушак Р.И. Пищеварительно-транспортная система энтероцитов. Рига, 1983.
2. Уголев А.М. Мембранное пищеварение: Полисубстратные процессы, организация и регуляция. Л., 1972.
3. Уголев А.М., Паршков Е.М., Егорова В.В. и др. Распределение адсорбированных и собственно кишечных ферментов между клетками слизистой тонкой кишки и отделенным от нее апикальным гликокаликсом // Докл. АН СССР. 1978. Т. 241, N 2.
4. Ito S. Structure and function of the glycocalyx // Fed.Proc.1969. Vol. 28.
5. Yamane S. Localization of amylase activity in digestive organs of carp determined by a substrate film method // Bull.Jap.Soc.Sci.Fish. 1973. Vol. 39, N 5.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина АН СССР

Корнева Л.Г. О вертикальном распределении фитопланктона в Рыбинском водохранилище в подледный период	3
Метелёва Н.Ю. Содержание пигментов фитопланктона в Угличском водохранилище	8
Белова М.А. Электронно-микроскопическое исследование микрофлоры, участвующей в деструкции растительных остатков в литорали озера Севан	13
Спивак А.И., Зилов Е.А., Зубков Д.И., Стом Д.И. Исследование влияния токсикантов на компоненты планктона озера Байкал с применением радиоуглеродного метода	17
Минеева Н.М., Попельницкий В.А. Определение фотосинтеза фитопланктона Рыбинского водохранилища флуоресцентным и кислородным методами	20
Земляничина Т.Ю., Мустаев С.Б. Экспресс-метод определения первичной продукции фитопланктона в рыбоводных прудах	25
Генкал С.И. О систематическом положении <i>Stenophanodiscus dubius</i> var. <i>arcticus</i> Seczkina	28
Ижболдина Л.А. К вопросу о распределении мейо- и макрофитобентоса в озере Байкал (водоросли)	33
Лисицына Л.И. К флоре водоемов Костромской области	38
Лисицына Л.И., Экзерцев В.А. Формирование флоры Саратовского водохранилища	43
Кравцова Л.С., Ербаева Э.А. Видовое разнообразие и распределение хирономид в районе Утулик-Мурино (Южный Байкал)	47
Столбунова В.Н. О нахождении <i>Conochilus unicornis</i> Rousselet (Rotatoria) в зимнем зоопланктоне озера Плещеево и особенностях его экологии	51
Морев А.П. Макрозообентос Колымского водохранилища	56

Вехов Н.В. <i>Fristicephalus josephinae</i> (Grube) (<i>Anostraca, Chirocephalidae</i>) из пойменных тундровых озер реликтовой части ареала северо-востока европейской территории СССР	61
Кауфман Б.З. Некоторые аспекты преферентного поведения циклопов <i>Cyclops strenuus</i> Fish	65
Вербицкий В.Б. Кормовая ценность ветвистоусого рачка <i>Eosmina longirostris</i> для личинок рыб. II. Аминокислотный состав белка . . .	69
Кузьмина В.В., Латов В.К., Посконова Е.А. Молекулярно-массовые характеристики белковых компонентов некоторых кормовых объектов рыб	73
Гагарин В.Г. К фауне свободноживущих нематод дельты Волги	77
Жарикова Т.И., Изюмова Н.А., Степанова М.А., Юсупов О.Ю. О зараженности лещей (<i>Abramis brama</i> L.) <i>Dactylogyrus wunderi</i> (Monogenea) в ряде районов дельты реки Амударьи и Аральского моря	81
Кузьмина В.В., Смирнова Е.Г. Распределение активности ферментов между энтероцитами и отделенным от них апикальным гликокаликсом в различных отделах кишечника рыб (на примере леща)	85

CONTENTS

Korneva L.G. On the vertical distribution of phytoplankton in the Rybinsk reservoir during the ice period	3
Meteleva N.Yu. Content of phytoplankton pigments in the Uglich reservoir	8
Belova M.A. Electron microscope study of microflora taking part in the destruction of plants residues in the littoral zone of the Sevan lake	13
Spivak A.I., Zilov Ye.A., Zubkov D.I., Stom D.I. The study of toxicants effect on plankton components in the Baikal lake with the help of radiocarbon method . . .	17
Mineyeva N.M., Popelnitsky V.A. Determination of phytoplankton photosynthesis in the Rybinsk reservoir by fluorescent and oxygen methods	20
Zemlyanitsyna T.Yu., Mustaev S.B. Determination of the phytoplankton primary production in fishing ponds by the express method . .	25
Genkal S.I. On systematics of <i>Stephanodiscus dubius</i> var. <i>arcticus</i> Seczkina	28
Izhboldina L.A. To the question of distribution of meio- and macrophyte benthos in the Baikal lake (algae)	33
Lisitsyna L.I. To the flora of reservoirs in the Kostroma district	38
Lisitsyna L.I., Ekzertsev V.A. Formation of the flora in the Saratov reservoir	43
Kravtsova L.S., Erbaeva E.A. Species variety and chironomids distribution in the Utulik Murino region (South Baikal)	47
Stolbunova V.N. On the presence of <i>Conochilus unicornis</i> Rousselet (Rotatoria) in winter zooplankton of the Pleshcheevo lake and its ecology peculiarities	51
Morev A.P. Macrozoobenthos of the Kolyma reservoir	56

Vekhov N.V. <i>Pristicephalus josephinae</i> (Grube) (<i>Anostraca</i> , <i>Chirocephalidae</i>) from flood-lands tundra lakes of the relict part of the north-eastern area of the USSR European territory	61
Kaufman B.Z. Some aspects of the preferential behaviour of <i>Cyclops strenuus</i> Fish	65
Verbitsky V.B. Feeding variability of cladoceran <i>Bosmina longirostris</i> for fish larvae. II. Amino acid composition of albumen . .	69
Kuzmina V.V., Latov V.K., Poskonova Ye.A. Molecular-mass characteristics of albumen components of some feeding objects of fishes	73
Gagarin V.G. To the fauna of free-living nematodes in the Volga estuary	77
Zharikova T.I., Izyumova N.A., Stepanova M.A., Yusupov O.Ju. On infection of bream (<i>Abramis brama</i> L.) <i>Dactylogyrus wunderi</i> (<i>Mono-genea</i>) in some regions of the Amu Darya delta and the Aral sea	81
Kuzmina V.V., Smirnova Ye.G. Distribution of enzymes activity between enterocytes and separated from them apical glicocalix in different sections of fish intestine (e.x. bream)	85

**КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА „НАУКА”
МОЖНО ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЗАКАЗАТЬ
В МАГАЗИНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КОНТОРЫ „АКАДЕМКНИГА”,
В МЕСТНЫХ МАГАЗИНАХ КНИГОТОРГОВ
ИЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ.**

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресу:

- 117393 Москва, ул. Академика Пилюгина, 14, корп. 2, магазин „Книга – почтой”
Центральной конторы „Академкнига”;
- 197345 Ленинград, Петрозаводская ул., 7, магазин „Книга – почтой” Северо-
Западной конторы „Академкнига”
- или в ближайший магазин „Академкнига”, имеющий отдел „Книга –
почтой”:
- 480091 Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97 („Книга – почтой”);
- 370001 Баку, Коммунистическая ул., 51 („Книга – почтой”);
- 232600 Вильнюс, ул. Университето, 4;
- 690088 Владивосток, Океанский пр., 140 („Книга – почтой”);
- 320093 Днепропетровск, пр. Гагарина, 24 („Книга – почтой”);
- 734001 Душанбе, пр. Ленина, 95 („Книга – почтой”);
- 375002 Ереван, ул. Туманяна, 31;
- 664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289 („Книга – почтой”);
- 420043 Казань, ул. Достоевского, 53 („Книга – почтой”);
- 252030 Киев, ул. Ленина, 42;
- 252142 Киев, пр. Вернадского, 79;
- 252025 Киев, ул. Осипенко, 17;
- 277012 Кишинев, пр. Ленина, 148 („Книга – почтой”);
- 343900 Краматорск Донецкой обл., ул. Марата, 1 („Книга – почтой”);
- 660049 Красноярск, пр. Мира, 84;
- 443002 Куйбышев, пр. Ленина, 2 („Книга – почтой”);
- 191104 Ленинград, Литейный пр., 57;
- 199034 Ленинград, Таможенный пер., 2;
- 194064 Ленинград, Тихорецкий пр., 4;
- 220012 Минск, Ленинский пр., 72 („Книга – почтой”);
- 103009 Москва, ул. Горького, 19а;
- 117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7;
- 630076 Новосибирск, Красный пр., 51;

630090 Новосибирск, Морской пр., 22 („Книга – почтой”);
142284 Протвино Московской обл., ул. Победы, 8;
142292 Пушкино Московской обл., МР „В”, 1 („Книга – почтой”);
620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137 („Книга – почтой”);
700000 Ташкент, ул. Ю. Фучика, 1;
700029 Ташкент, ул. Ленина, 73;
700070 Ташкент, ул. Шота Руставели, 43;
700185 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6 („Книга – почтой”);
634050 Томск, наб. реки Ушайки, 18;
450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10 („Книга – почтой”);
450025 Уфа, ул. Коммунистическая, 49;
720001 Фрунзе, бульв. Дзержинского, 42 („Книга – почтой”);
310078 Харьков, ул. Чернышевского, 87 („Книга – почтой”).