

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

67

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
№ 67



ЛЕНИНГРАД
ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1985

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

Biology of Inland Waters
Information Bulletin
N 67

УДК 577 (28)

Бюллетень содержит краткие сообщения по различным разделам гидробиологии. Работы касаются исследований по микробиологии, фитопланктону, видовому составу и продукции планктонных и бентических организмов, некоторых вопросов экологии, активности пищеварительных ферментов рыб и фауны их паразитов, термического режима малых водоемов и процессов перемешивания воды в прибрежной зоне.

Ответственный редактор Б.И. Куперман
Рецензенты: З.С. Донец, А.А. Милько

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
Информационный бюллетень № 67

Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина
Технический редактор Е.В. Поликтова
Корректоры Н.И. Журавлева и Т.Г. Эдельман

ИБ № 21215

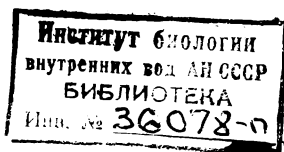
Подписано к печати 08.08.85. М-27998. Формат 60х90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ.л. 4.75. Усл. кр.-отт. 5.
Уч.-изд.л. 5.25. Тираж 1000. Тип. зак. № 732. Цена 80 к.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство „Наука“, Ленинградское отделение.
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1.

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

Б $\frac{2001050000-688}{042(02)-85}$ 231-85 - III

© Издательство „Наука“, 1985 г.



1У ВСЕСОЮЗНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВО ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ

Симпозиум, организованный Отделом водных проблем Карельского филиала АН СССР, состоялся 3-5 октября 1983 г. в г.Петрозаводске. В работе приняли участие сотрудники научных и научно-практических учреждений из 17 городов страны. Было представлено более 60 докладов.

Основная тематика: круговорот и превращение органического вещества и биогенных элементов в водоемах, изменение режима органических веществ под влиянием антропогенных факторов. Наиболее полно указанные вопросы нашли отражение в докладах, посвященных изучению озер Карелии: Онежского, Выгозера, Нюк, Куйто и др. Представлены данные по содержанию и сезонному распределению органического углерода (Н.Н. Мартынова) и фосфора в воде (Г.П.Пирожкова), компонентному составу органического вещества в озерной воде (А.В. Сабылина) и донных отложениях (Е.П. Васильева), результаты экспериментальных исследований накопления и выделения азота и фосфора донными отложениями (П.А. Лозовик с соавт.), деструкции органического вещества в воде (Н.С. Харкевич с соавт.), разложения макрофитов (Е.А. Клюкина, А.В. Фрейдлинг) и интенсивности продукционных процессов (В.Н. Коваленко) в озерах, различающихся по уровню трофии.

В материалах по Ладожскому озеру дана оценка элементов баланса органического вещества с учетом его лабильной части (Т.М. Тригубова, Т.П. Кулиш). Для оз.Севан представлены данные по скорости осаждения взвешенного органического вещества, по снижению ее за счет ресуспензии и потерь в результате минерализации в водной толще (Л.О. Глушенко). По соотношению N/P оценивалось лимитирование севанского фитопланктона (А.С. Парпаров с соавт.).

В одном из докладов приведены результаты фундаментальных исследований по круговороту органического вещества и биогенных элементов в оз.Байкал (К.К. Вотинцев). В сообщении Е.Н. Тарасовой отмечены существенные колебания первичной продукции озера по годам и различие интенсивности распада ведущих форм фитопланктона.

В докладе Е.А. Стравинской дана оценка методов определения фосфорной нагрузки, используемой для прогнозирования биопродуктивности озер. Антропогенные факторы формирования потока фосфора и мероприятия по снижению фосфорной нагрузки на внутренние водоемы освещены в докладе И.С. Коплан-Дикса.

Изучение химизма отложений торфа, сапропелей (Р.Э. Вески с соавт.), торфяно-болотистых вод (И.И. Лиштван с соавт.), а также выноса органического вещества речным стоком под влиянием мелиорации (С.М. Зайко с соавт.) имеет важное значение для познания химической природы водного гумуса.

На симпозиуме были рассмотрены материалы многолетних наблюдений по распределению суммарного и лабильного органических веществ во взвесьях, воде и донных отложениях Куйбышевского водохранилища (Л.А. Выхристюк, С.И. Третьякова), результаты исследований кинетики энзимного поглощения и выделения фосфатов в воде Горьковского водохранилища (А.А. Былинкина, Н.А. Трифонова) и роли макрофитов в самоочищении Ивановского водохранилища (И.Ф. Грибовская с соавт.). Изменение состава и свойств воды под воздействием комплекса антропогенных факторов наглядно продемонстрировано на примере р. Днестр в докладе Г.Г. Горбатенького с соавторами. В двух докладах показано антропогенное влияние на вынос биогенных элементов со стоком рек СССР (А.И. Денисова и М.Н. Тарасов с соавт.).

Из сообщений, посвященных методическим вопросам, следует отметить доклады по определению суммарного содержания углеводов в природных водах (А.Д. Семенов с соавт.) и по определению в воде микроколичеств фосфатов (П.А. Лозовик), а также сообщение А.Ю. Милиуса о предсказании содержания хлорофилла в воде небольших малоцветных озер по концентрациям общего фосфора в период весенней циркуляции. Тезисы докладов опубликованы.

Следующий симпозиум намечено провести в 1986 г. в Кишиневе.

А.А. Былинкина, Б.А. Скопинцев

УДК 582.288.2 (28)

А.С. Дунаев

НЕКОТОРЫЕ ПИКНИДИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ НА ОТМЕРШИХ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ ВОДОЕМОВ БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

Заросли макрофитов оказывают существенное влияние на продукционные процессы водоемов бассейна Верхней Волги [1]. Органическое вещество подвергается минерализации и является трофической основой для гетеротрофных бактерий и грибов [4, 6].

В Советском Союзе грибы на отмерших погруженных макрофитах изучали спорадически, более полно их флора выяснена на Украине [2, 3]. Изучение ее на растениях водоемов бассейна Верхней Волги (Иваньковское, Угличское и Рыбинское водохранилища, реки, пруды) начато впервые. Нами выявлено большое разнообразие пикнидиальных грибов, некоторые из них выделены в культуру. Эти культуры хранятся в Институте биохимии и физиологии микроорганизмов АН СССР (Москва) под индексом ВКМФ.

Ниже приводится список 36 видов обнаруженных грибов родов *Ascochyta* Lib., *Hendersonia* Berk., *Neottiospora* Desm., *Pseudorobillarda* Morelet, *Septoria* Sacc. и *Stagonospora* Sacc. Из них 9 видов — *Ascochyta ignobilis*, *A. zeicola*, *Neottiospora caricina*, *Stagonospora caricinella*, *S. cylindrica*, *S. elegans*, *S. innumerosa*, *S. paludosa*, *S. vitensis* — являются новыми для состава микофлоры СССР.

Выявленные грибы *Ascochyta typhoidearum* и *Stagonospora innumerosa* несколько отличаются от описанных в литературе видов, в связи с чем приведена их краткая характеристика.

1. *Ascochyta acori* Oud. — На листьях *Acorus calamus* L. в Иваньковском водохранилище (Калининская обл.) и в пруду пос. Борок (Ярославская обл.).

2. *A. arundinis* Fautr. et Lamb. — На листьях *Phragmites communis* Trin. в Иваньковском водохранилище.

3. *A. cariocicola* Meln. — На листьях *Carex* spp. в Иваньковском и Угличском водохранилищах (Калининская обл.), в р. Суножка (Ярославская обл.).

4. *A. equiseti* (Desm.) Grove. — На листьях и стеблях *Equisetum* spp. Один из наиболее часто встречающихся видов.

5. *A. ignobilis* Oud. — На листьях *Alisma plantago-aquatica* в р. Суножка. Известен в Западной Европе [5].

6. *A. ischaemi* Sacc. — На листьях и стеблях *Phragmites communis* в Иваньковском водохранилище.

1. В о л г а и ее жизнь. Л., 1978. 359 с.
2. Д у д к а І.О. Матеріали до флори водних грибів УРСР:
І. Види роду *Stagnospora* Sacc. з околиць м. Києва. -
Укр. ботан. журн., 1963, т. 20, № 2, с. 76-79.
3. Д у д к а І.О. Матеріали до флори водних грибів УРСР:
ІІІ. Водні аскоміцети с околиць м. Києва. - Укр. ботан. журн.,
1963, т. 20, № 6, с. 86-91.
4. К о к и н К.А. Экология высших водных растений. М., 1982.
160 с.
5. М е л ь н и к В.А. Определитель грибов рода *Ascochyta*
Lib. Л., 1977. 246 с.
6. М и х е е в а И.В. Сапрофитная микофлора высших водных
растений. - Микология и фитопатология, 1970, т. 4, № 1,
с. 8-13.
7. C u n n e l l G.J. Some pycnidial fungi on *Carex*. -
Trans. Brit. Mycol. Soc., 1956, vol. 39, N 1, p. 21-
47.
8. C u n n e l l G.J. On *Neottiospora caricina* (Desm.)
Höhnelt. - Trans. Brit. Mycol. Soc., 1957, vol. 40,
N 4, p. 433-442.
9. C u n n e l l G.J. *Stagonospora* spp. on *Phragmites*
communis Trin. - Trans. Brit. Mycol. Soc.,
1957, vol. 40, N 4, p. 443-455.
10. C u n n e l l G.J. On *Ascochyta acori* Oud. and
A. typhoidearum (Desm.) comb. nov. - Trans. Brit.
Mycol. Soc., 1959, vol. 42, N 4, p. 463-474.
11. G r o v e G.W. British stem- and leaf fungi:
1. Coelomycetes. Cambridge, 1935. 488 p.
12. S a c c a r d o P.A. Sylloge fungorum omnium
hucusque cognitorum. 3. Pavia, 1884. 860 p.

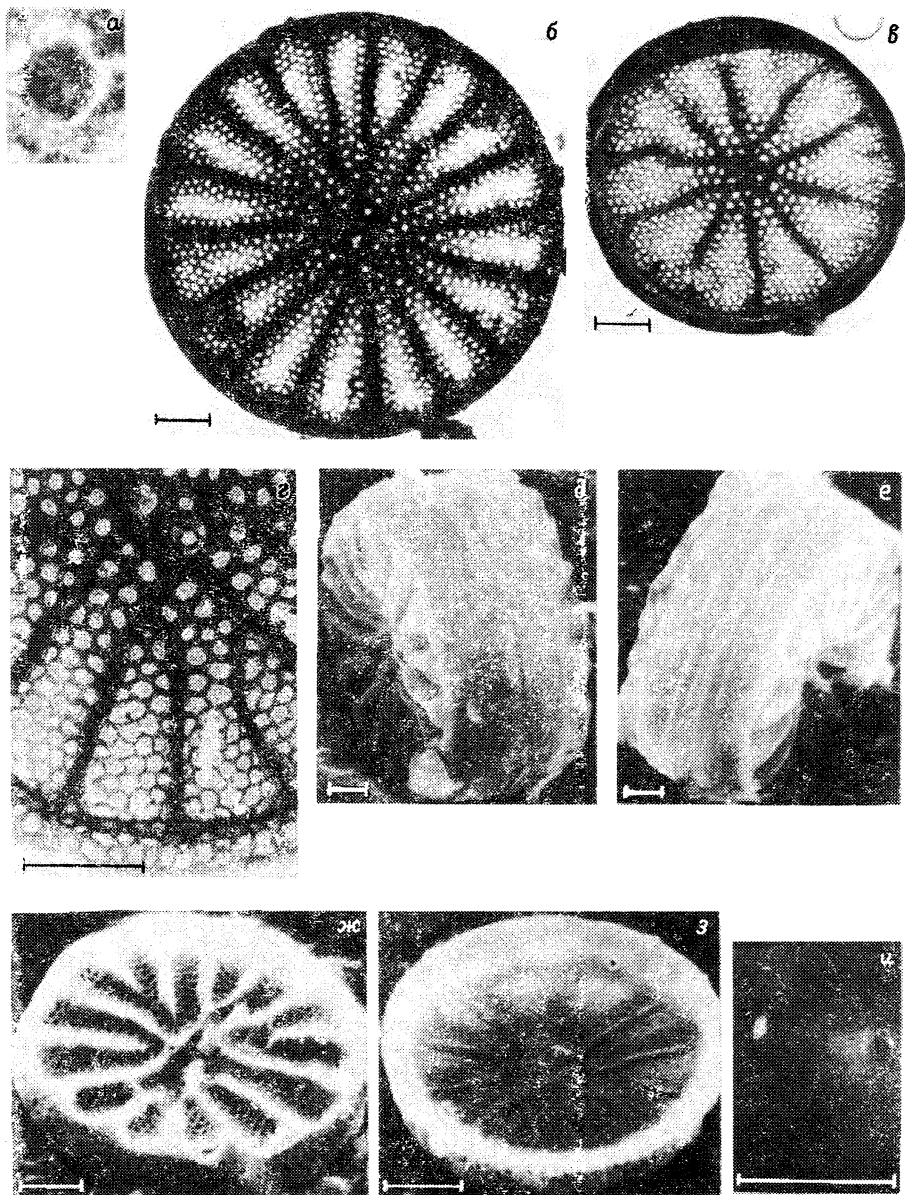
Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 582.261/296

С.И. Г е н к а л, А.Е. К у з ь м и н а

НОВЫЙ РОД И ВИД *STEPHANOCOSTIS CHANTAICA* *GENKAL ET KUZMINA* (BACILLARIOPHYTA)

При изучении проб фитопланктона из оз. Хантайского, р. Хантай-
ки и Хантайского водохранилища (Восточная Сибирь) нами была
обнаружена новая для науки водоросль. По наличию щелевидного и



Stephanocostis chantaicus Genkal et Kuzmina.

а-в, ж - общий вид створок; г - структура ареолярных штрихов;
д, е - створки одного панциря; з - внутренняя поверхность створки;
и - щелевидный вырост. а - СМ, б-г - ТЭМ; д-и - СЭМ. Масштаб
соответствует 1 мкм.

подпертых выростов ее следует относить к сем. *Thalassiosiraceae* Lebour emend Hasle. Ниже приводится описание этой диатомеи и выделяется новый самостоятельный род.

Stephanocostis chantaicus Genkal et Kusmina gen. et sp. nov. (см. рисунок).

Cellulae solitariae. Frustula tympaniformia. Valvae rotundae, planae, 3.9–7.4 μm in diam. Costae subflexuosae, interdum abbreviatae, valde prominentes, 6–14 pro 10 μm , striis areolaribus centro valvae uni-biseriatis, margine multiseriatis (3–10 seriatis). Areolae a facie valvae interiore velo obtectae. Fulcportula una centro valvae, ad limbum vero infra costam quamque secundam-tertiam fulcportulae rimoportulae una observantur. Facies valvae a limbo crista marginali continua sejuncta est.

Т у п у s: URSS, Siberia; lacus Chantaicus, IX 1982, A.E. Kusmina. In Instituto Biologiae Aquarum Interiorum Acad. Sci. URSS (regio Yaroslavlensis, pag. Borok) conservatur.

Structura striatum *Stephanocostis* ei *Stephanodisci* similis est, sed species nostra aculeolis nullis necnon costis valde prominentibus bene dignoscitur.

Клетки одиночные. Панцирь в виде барабана. Створки круглые, плоские, 3.9–7.4 мкм в диаметре. Ребра слегка извитые, иногда укороченные, сильно выступающие над поверхностью створки, 6–14 в 10 мкм. Между ребрами ареолярные штрихи, одно-двухрядные в центре створки, многорядные (3–10) у края. С внутренней поверхности створки ареолы закрыты велумом. В центре створки один подпертый вырост, окруженный тремя порами. На загибе створки ниже каждого 2–3-его ребра подпертые и один шелевидный выросты. Поверхность створки от загиба отделена сплошным краевым гребнем.

Т и п: СССР, Сибирь, Хантайское озеро, IX, 1982, А.Е.Кузьмина. Хранится в Институте биологии внутренних вод АН СССР (Ярославская обл., пос. Борок).

Структура ареолярных штрихов у *Stephanocostis* отличается от таковой у *Stephanodiscus* отсутствием шипов и сильно выступающими над поверхностью створки ребрами.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР
Лимнологический институт СО АН СССР

В.И. Ш е р б а к, Г.А. Ж д а н о в а

ВЛИЯНИЕ ПЛАНКТОННЫХ РАКООБРАЗНЫХ
НА РАЗМЕРЫ КОЛОНИЙ ВОДОРΟΣЛЕЙ

В работах многих авторов [1, 4-6] показано, что одним из основных факторов, определяющих интенсивность потребления планктонными ракообразными водорослей, является размер клеток (колоний). Установлено, что водоросли, используемые в пищу пресноводными ветвистоусыми и веслоногими планктонными ракообразными, не превышают 80-100 мкм. В то же время, в приводимых списках потребляемых водорослей часто встречаются виды, размеры которых во много раз превышают указанные выше.

С аналогичным явлением мы столкнулись при проведении работ по изучению питания *Daphnia cucullata* Sars, *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin) и *Eurytemora velox* (Lill.) фитопланктоном Киевского водохранилища. В этих опытах значительную часть биомассы фитопланктона (51-72%, а иногда до 85%) составили центрические диатомеи *Stephanodiscus binderanus* (Kütz) Krieger, *Melosira italica* (Ehr.) Kütz, *M. granulata* (Ehr.) Ralfs, представленные в основном колониальными формами в виде цепочек, состоящих из 12-35 кл. общей длиной 280-1246 мкм (а в некоторых случаях и больше), которые из-за размеров не могли потребляться рачками в пищу. Но полученные результаты показывают, что эти виды потреблялись рачками от 12 до 68%. Значительной была также доля их в рационах. Так, например, в рационе *Diaphanosoma brachyurum* диатомея *Stephanodiscus binderanus* составляла 36.4-61.2%, у *Melosira italica* - 9.1-27.3%, а у *Eurytemora velox* соответственно 28.2-64.3% и 8.3-34.2%. Некоторые авторы [2, 3, 7] предполагают, что в процессе жизнедеятельности рачки могут разрушать крупные колонии на более мелкие, доступные для употребления в пищу.

Перед нами стояла задача, выяснить значение колониальных водорослей в питании доминирующих видов зоопланктона Киевского водохранилища. С этой целью мы просчитывали количество клеток в цепочках в контрольных склянках (без рачков) и в склянках с внесенными в них животными (см. таблицу).

Для того чтобы выяснить возможность использования рачками в пищу диатомей, колонии всех видов были распределены на три класса. Первый класс включает цепочки, состоящие из 1-3 кл. длиной $(20.1 \pm 2.7) - (68.3 \pm 7.1)$ мкм; второй - 4-7 кл., величина которых не превышала 138.8 ± 14.3 мкм, к третьему классу были отнесены цепочки, состоящие из 8 кл. и больше, длина которых во многих случаях превышала 1000 мкм.

Предполагали, что ценобии I класса вполне могут быть использованы подопытными рачками в пище, в то время как ценобии II

Изменение количества цепочек диатомовых водорослей
различных длин за время опыта (сут) в склянках с рачками

Вид	Класс	Начало опыта		
		колебание длин цепочки	средняя длина цепочки	% от общего количества
<i>Melosira italica</i>	I	(25.4±4.1)-(68.3±7.1)	51.9±5.8	4.8
	II	(80.4±5.2)-(133.8±14.3)	93.4±17.3	12.3
	III	(147.6±12.1)-(1031.8±51.4)	363.9±187.4	82.9
<i>M. granulata</i>	I	(22.4±4.3)-(61.3±5.7)	44.8±7.1	2.1
	II	(72.1±6.1)-(129.3±16.1)	84.5±10.3	7.3
	III	(137.6±8.1)-(924.6±114.1)	412.4±153.4	90.6
<i>Stephanodiscus binderanus</i>	I	(20.1±2.7)-(52.1±7.3)	39.4±4.7	1.1
	II	(63.4±3.1)-(121.3±11.1)	73.1±5.9	2.4
	III	(139.3±8.3)-(1171.3±211.3)	634.1±214.8	96.5

и особенно III класса из-за своих размеров рачками в пищу не потребляются.

Анализ измерений размеров клеток диатомей и цепочек каждого класса начального и конечного (после суточной экспозиции) контроля показал, что за сутки ни величины клеток, ни длины цепочек, относящихся к одному классу, практически не различались, и колебание их длин не превышало абсолютных отклонений. Не изменилось и процентное соотношение разных классов в общем количестве (колебания не превышали 0.1-2.5%). Это говорит о том, что за время суточной экспозиции в размерно-структурной характеристике существенных изменений не произошло. Весьма интересно, что основное количество ценобиев диатомей (82.9-96.5%), так же как в начале опыта, было представлено цепочками, состоящими из 8 и больше клеток.

После суточной экспозиции в опытных склянках в присутствии всех 3 видов исследуемых рачков существенно изменилось соотношение ценобиев, отнесенных нами к I, II и III классам. Так, если в контрольных склянках ценобии *Melosira italica* из 1-3 кл. составляли 2.3-9.7% от общего количества цепочек данного вида, то в опытных их количество увеличилось до 15.4-43.4%. Такая же закономерность характерна и для ценобиев II класса: увеличение их количества в конце опыта до 19.1-42.1 по сравнению с контролем, где их процент не превышал 12.3. В то же время для III класса характерно уменьшение значения от 66.7-93.1 до 34-58%. Аналогичные результаты получены в опытах, где доминирующими были *M. granulata* и *Stephanodiscus binderanus*. Средние относительные значения цепочек данных видов для всех трех классов как в контрольных, так и опытных склянках представлены в таблице. Сравнение средних величин относительного значения ценобиев, состоящих из 1-3 кл., находящихся в контрольных склянках, показывает, что наиболее эффективно рачки разбивают колонии *S. binderanus*. Очевидно, это связано с тем, что средняя длина клетки была короче (в наших опытах она составляла

Конец опыта			
	колебание длин цепочки	средняя длина цепочки	% от общего количества
	(25.3±2.1)-(69.4±7.4)	50.4±4.8	31.8
	(79.1±4.1)-(138.4±11.8)	87.4±16.3	24.4
	(151.7±14.3)-(1124.3±63.4)	583.4±198.4	43.8
	(22.9±5.4)-(64.3±6.1)	43.1±8.4	24.3
	(71.1±7.9)-(134.1±141.4)	81.6±12.3	19.1
	(141.4±7.1)-(941.1±121.3)	414.6±162.6	56.6
	(19.3±2.4)-(49.1±8.2)	38.1±5.1	49.3
	(61.4±2.9)-(132.2±14.1)	71.4±5.2	42.1
	(141.4±11.3)-(1231.9±203.2)	648.1±231.9	8.6

20.1±2.7 мкм (при $n=35-50$), в то время как представители рода *Melosira* характеризовались несколько большими размерами, и, возможно, труднее подвергались разрушению. Сопоставление количества цепочек I и II класса в опытных склянках с ветвистоусыми рачками *Diaphanosoma brachyurum* и *Daphnia cucullata* и веслоногими рачками *Eurytemora velox* показывает, что в среднем их численность увеличивается весьма сходно, хотя для первых зарегистрирована более высокая дисперсия (25-55%), чем для *E. velox* (16-31%). В то же время, исходя из особенностей строения фильтрационных аппаратов кладоцер и копепод, можно предположить, что существуют различия в самом механизме дробления цепочек диатомей.

В проведенных опытах в качестве корма рачками использовались не только приведенные выше диатомей, но и виды других систематических групп, представленные крупными колониальными формами, по размерам не доступные к потреблению: *Microcystis aeryginosa* Kütz. emend. Elenk., *Aphanizomenon flos-aquae* (Lyngb.) Breb., *Pandorina morum* (Müll.) Bory, *Pediastrum duplex* Meyen. Но получить достоверные данные о дроблении их колоний нам не удалось. Можно только отметить увеличение количества более мелких колоний и отдельных клеток в опытных склянках, где доминировал (10-42%) *Microcystis aeruginosa*.

К сожалению, мы не проводили исследований по непосредственному выяснению механизма дробления цепочек. Также не ставилась задача по выяснению отличий этого процесса у различных рачков. Но полученные результаты, а также цитируемые выше работы позволяют с уверенностью сказать, что взаимоотношения зоо- и фитопланктона заключаются не только в потреблении последнего, но и в том, что рачки, дробя крупные цепочки на более мелкие, способствуют увеличению количества, с одной стороны, доступных в пищу диатомей, а с другой, - увеличению интенсивности фотосинтеза, который характерен для более мелких клеток и колоний [8].

Кроме этого, дробление можно рассматривать и как процесс, ведущий к изменению размерно-структурной характеристики видов-доминантов, что имеет не только продукционно-трофическое значение, но и экологическое.

Л и т е р а т у р а

1. Г у т е л ь м а х е р Б.Л., Н и к у л и н а В.Н. Взаимоотношение фито- и зоопланктона. – В кн.: Общие основы изучения водных экосистем. Л., 1979, с. 223–236.
2. К р ю ч к о в а Н.М., Р ы б а к В.Х. К вопросу о взаимоотношениях фито- и зоопланктона. – В кн.: Трофические связи пресноводных беспозвоночных. Л., 1980, с. 19–29.
3. К р ю ч к о в а Н.М., Р ы б а к В.Х. Об измельчении колониальных водорослей озерного планктона в присутствии *Eudiptomus graciloides* Lill. – Биол. науки, 1980, № 7, с.66–70.
4. Н и к у л и н а В.Н. Опыт оценки влияния зоопланктона на фитопланктон олиготрофного озера. – Экология, 1977, № 1, с. 55–64.
5. С у щ е н я Л.М. Зависимость скорости фильтрации у планктонных ракообразных от концентрации пищевых частиц. – Тр. Биол. станции на оз.Нарочь. Белорус. ун-т, 1958, № 1, с.241–259.
6. С у щ е н я Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных. Минск, 1975. 184 с.
7. Ш е р б а к В.И. Влияние зоопланктона на фитопланктон. – В кн.: Тез. докл. молодых ученых и специалистов Таджикской ССР. Душанбе, 1980, с. 26–28.
8. Ш е р б а к В.И., К у з ь м е н к о М.И. Интенсивность фотосинтеза некоторых доминирующих видов фитопланктона. – В кн.: У Всесоюз. лимнол. совещ.: Тез. докл. Иркутск, 1981, вып. 1, с. 144–145.

Институт гидробиологии АН УССР

УДК 574.587:574.622

В.И. Б и с е р о в, В.И. М и т р о п о л ь с к и й

СОСТОЯНИЕ БЕНТОСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1980 И 1982 гг.

Материалом для настоящего сообщения послужили бентосные съемки, проведенные в сентябре 1980 и 1982 гг. на 46 и 49 станциях соответственно. При подсчете учитывался только макрозообентос.

Количественно донную фауну можно охарактеризовать численностью и биомассой. Но так как данные по численности бентоса во многих работах отсутствуют, а главное, при ее подсчете допускаются гораз-

Т а б л и ц а 1

Распределение общей биомассы бентоса (г/м^2)
по грунтам в 1980 и 1982 гг.

Характер грунта	1980 г.		
	$M \pm m$	$m, \%$	ДИ
Ил:			
серый	10.38 \pm 1.7	16	4.33-12.1
переходный	2.46 \pm 0.71	29	0.47-8.16
торфянистый	0.99 \pm 0.5	49	0.06-4.85
Песок	4.62 \pm 1.23	27	0.45-28.85
Почва	2.59 \pm 1.06	41	0.22-6.02

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

Характер грунта	1982 г.		
	$M \pm m$	$m, \%$	ДИ
Ил:			
серый	14.59 \pm 4.14	28.4	5.45-15.22
переходный	2.26 \pm 0.34	15	0.5-8
торфянистый	1.58 \pm 0.14	8.9	0.25-6.5
Песок	3.74 \pm 0.75	20	0.7-4.1
Почва	3.69 \pm 0.3	8	1-9.5

Примечание. Здесь и в табл. 2 и 3: M – средняя арифметическая (г/м^2), m – ее стандартная ошибка, ДИ – доверительный интервал для средней при вероятности 95%.

до большие ошибки, чем при определении биомассы, мы ограничимся рассмотрением последней.

Распределение общей биомассы бентоса и его составных частей по грунтам показано в табл. 1 и 2. Доверительные интервалы для средней при вероятности 95% всех типов грунтов на 1980 г., а также серых илов и песков на 1982 г. рассчитывались по методу Эллиота [4] для логнормального распределения. Нашим выборкам 1982 г. из почв, торфянистых и переходных илов наиболее соответствующим оказалось положительное биномиальное распределение, для которого и производился в этом случае расчет доверительных интервалов. Высокий процент ошибок можно объяснить небольшим числом станций и значительной вариабельностью бентоса.

Серые илы наиболее важны с точки зрения возможности нагула рыб-бентофагов, поэтому мы приводим распределение биомассы

Т а б л и ц а 2

Распределение составных частей бентоса по грунтам

Год исследования и характер грунта	Хирономиды		Олигохеты		Моллюски		Прочие	
	М, г/м ²	М, %	М, г/м ²	М, %	М, г/м ²	М, %	М, г/м ²	М, %
<u>1980</u>								
Ил:								
серый	3.34	32	5.3	51	1.48	14	0.26	3
переходный	0.28	11.3	1.65	67	0.53	21.7	0	0
торфянистый	0.08	8	0.68	61.6	0.28	28.2	0.02	2.2
Песок	0.19	4.1	2.95	64.3	1.44	30.3	0.07	1.3
Почва	0.11	4.2	1.28	49.4	1.09	42.2	0.11	4.2
<u>1982</u>								
Ил:								
серый	6.98	47.9	6.68	45.8	0.89	6	0.04	0.3
переходный	0.46	20.2	1.72	76	0.08	3.5	0.006	0.3
торфянистый	0.03	1.9	1.17	74	0.38	24.1	0	0
Песок	0.11	3	2.71	72.5	0.8	21.4	0.12	3.1
Почва	0.03	0.8	2.83	76.7	0.8	21.7	0.03	0.8

бентоса на этих грунтах по плесам (табл. 3). Средняя биомасса на них в 1980 г. была несколько ниже, чем в 1978 г. [1], а в 1982 г. примерно равнялась таковой 1978 г., в целом оставаясь на уровне, характерном для 70-х гг. По-прежнему, наибольшие биомассы бентоса наблюдаются в Шекснинском плесе, особенно в северной его части, где отдельные пробы дают биомассу до 70 г/м², главным образом за счет олигохет, но в 1980 г. также за счет сфериид. Главный плес остается самым малокормным районом. На серых илах четко доминируют 3 вида - *Chironomus plumosus*, *Isochaetides newaensis* и *Limnodrilus hoffmeisteri* (индекс доминирования $p\sqrt{b}$, где p - встречаемость, b - биомасса, превышает 100). Субдоминантное положение занимают 3 вида крупных сфериид - *Pisidium amnicum*, *Amesoda solida* и *A. scaldiana*. В 1982 г. в эту группу попал *Procladius*. Роль прочих видов в бентосе незначительна.

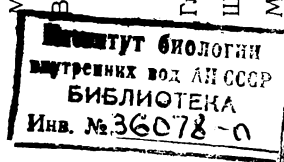
На песках, занимающих значительную часть ложа Рыбинского водохранилища, биомасса заметно меньше. Данные за 1978, 1980, 1982 гг. позволяют говорить о приблизительной стабильности биомассы бентоса на песках в рассматриваемый период. Основную ее часть определяют олигохеты, среди которых доминирует *Isochaetides newaensis*, и сферииды, в основном амезоды. В 1982 г. здесь вновь отмечен *Asellus aquaticus*, многочисленный в начальный период формирования водохранилища [3].

Т а б л и ц а 3

Распределение биомассы составных частей бентоса серых илов по плесам

Год исследования и плес	Хирономиды		Олигохеты		Моллюски		Прочие		Общий бентос	
	M, г/м ²	M, %	M, г/м ²	M, %	M, г/м ²	M, %	M, г/м ²	M, %	M, г/м ²	M, %
<u>1980</u>										
Главный	0.3	8.8	2.5	73.6	0.6	17.6	0	0	3.4(2.2)	100
Шекснинский	1.19	8	8.9	60.3	3.93	26.7	0.75	5.0	14.77(3.4)	100
Моложский	8.1	76.4	1.9	17.9	0.4	3.8	0.2	1.9	10.6(2.97)	100
Волжский	1	11.7	6.9	80.2	0.7	8.1	0	0	8.6(2.7)	100
<u>1982</u>										
Главный	3.85	51.8	3.19	43	0.39	5.2	0	0	7.43(4.47)	100
Шекснинский	5.8	26.5	13.37	60.9	2.72	12.4	0.04	0.2	21.93(12.73)	100
Моложский	1.01	14.3	5.91	83.5	0	0	0.16	2.2	7.07(1.54)	100
Волжский	14.27	81.1	3.3	18.8	0.02	0.1	0	0	17.6(4.9)	100

П р и м е ч а н и е. В скобках дана стандартная ошибка средней арифметической.



Распределение бентоса в почве, торфянистых и переходных илах остается на уровне 70-х гг. В переходных илах доминируют *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Isochaetides newaensis*, субдоминантами являлись в 1980 г. *Sphaeriidae*, в 1982 г. *Chironomus plumosus*. На почвах и торфянистых илах, наименее подходящих для донной фауны, нет явного доминирования. Основную часть биомассы на почвах в 1980 г. составляли виды рода *Limbriculidae* и *Amesoda scaldiana*, в 1982 г. - *Isochaetides newaensis*, виды родов *Lumbriculidae* и *Amesoda*. На торфянистых илах в 1980 г. доминировали *Pisidium amnicum*, *Limnodrilus hoffmeisteri* и *L. udekemianus*, в 1982 г. - *Isochaetides newaensis*. Этот вид в 1982 г. преобладал на всех типах грунтов.

Зная площадь, занимаемую разными грунтами [2], и среднюю биомассу бентоса на них, можно рассчитать общую биомассу (в процентах) бентоса на грунтах разного типа.

Характер грунта 1980 г. 1982 г.

Ил:

серый 65 74.5

переходный 1.8 1.4

торфянистый 1.2 1.6

Песок 30 20.1

Почва 2 2.4

Средневзвешенная биомасса для всего водохранилища в 1980 г. равнялась 6.4 г/м², в 1982 г. - 7.8 г/м².

Итак, количественные показатели бентоса в начале 80-х гг. имеют примерно такие же величины, что и в конце 70-х гг., когда наблюдалось повышение биомассы донной фауны и предполагалось, что подобная тенденция сохранится и в будущем. Наши данные подтвердили это, но, по-видимому, темп увеличения несколько замедлился. Если рассматривать Рыбинское водохранилище как водоем, находящийся в стадии нивелирования биотопов, на которой происходит процесс увеличения биомассы, и учесть оказываемое на него антропогенное влияние, то можно предположить, что главными причинами повышения биомассы служат как естественное развитие экосистемы, так и антропогенные факторы.

Л и т е р а т у р а

1. Б а к а н о в А.И., М и т р о п о л ь с к и й В.И. Количественная характеристика бентоса Рыбинского водохранилища за 1941-1978 гг. - В кн.: Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л., 1982, с. 211-228.

2. Законнов В.В. Распределение донных отложений в Рыбинском водохранилище. – В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1981, № 51, с. 68–72.
3. Иоффе Ц.И. Формирование донной фауны Рыбинского водохранилища. – В кн.: Тр. пробл. и темат. совещ. Зоол. ин-т АН СССР. Л., 1954, вып. 2, с. 32–40.
4. Elliott J.M. Some methods for the statistical analysis of samples of the benthic invertebrates. – Freshwater Biol. Assoc. Sci. Publ., 1971, N 25, p. 1–144.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 591.69–7–51 + 576.895.122.1

Н.А. Изюмова, Т.И. Жарикова,
М.А. Степанова

ВИДОВОЙ СОСТАВ, ЧИСЛЕННОСТЬ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ДАКТИЛОГИРУСОВ НА ЖАБРАХ ЛЕЩА
(*ABRAMIS BRAMA* L.) р. ДУНАЙ

В сентябре 1982 г. было проведено обследование 25 половозрелых лещей в дельте Дуная в районе г. Вилково. Целью исследования являлось выяснение видового состава и численности дактилогирiusов, а также распределение их на жабрах леща. В районе сбора материала скорость течения равна 1.0–1.3 м/с, прозрачность по диску Секки составляет 0.20–0.25 м, мутность 300 г на 1 м³, средняя температура воды в сентябре 18.2 °С.

Паразитофауна рыб этого участка дельты изучалась О.П. Кулаковской в 1954 и в 1964–1966 гг. [1] и А.С. Пашкевичуте в 1968 г. [2]. Было установлено, что на жабрах леща встречается 8 видов дактилогирiusов – *Dactylogyrus auriculatus*, *D. falcatus*, *D. sphirna*, *D. wunderi*, *D. zandti*, *D. cornu*, *D. crucifer*, *D. nanus*. Последние 3 вида, по-видимому, случайные находки, поэтому их не следует учитывать при характеристике зараженности рыб. Предстояло выяснить изменения в видовом составе и численности паразитов, происшедшие за 17–19 лет, и главное, в распределении дактилогирiusов на жабрах рыб. Исследование показало, что все обследованные лещи (100%) заражены дактилогирiusами, видовой состав которых остался почти тем же (*D. auriculatus*, *D. falcatus*, *D. wunderi*, *D. zandti*). Нами не были обнаружены *D. sphirna*. Эти паразиты и раньше были крайне редки. В то же время произошли значительные количественные изменения. Если в августе 1954–1966 гг. процент заражения *D. auriculatus* составлял 5–3.8%, а интенсивность заражения

Таблица 1

Распределение дактилогирусов на жабрах рыб р. Дунай

Жабры	<i>D. auriculatus</i>		<i>D. falcatus</i>		<i>D. wunderi</i>		<i>D. zandti</i>	
	индекс обилия	относительная численность, %	индекс обилия	относительная численность, %	индекс обилия	относительная численность, %	индекс обилия	относительная численность, %
Левая сторона								
I	0.3	7.9	1.5	11.1	7.2	9.2	2.9	15.3
II	0.8	21.1	0.9	6.7	9.4	12	1.7	9
III	0.1	2.6	2.3	17	8.3	10.6	2.6	13.8
IV	0.3	7.9	2.4	17.8	11.6	14.8	2	10.6
Правая сторона								
I	0.7	18.4	1.6	11.9	6.6	8.4	2.3	12.2
II	0.8	21.1	2.8	20.7	9	11.5	3.2	16.9
III	0.8	21.1	1.7	12.6	12.1	15.4	2.9	15.3
IV	0	0	0.3	2.2	14.2	18.1	1.3	6.9

была 2-3 экз., то в 1982 г. эти величины составили соответственно 36% и 20 экз.; *D. falcatus* - 20-22.8% и 2-17 экз., в 1982 г. 68% и 31 экз.; *D. wunderi* - 15% и 2-9 экз., в 1982 г. 96% и до 163 экз.; *D. zandti* были единичными, в 1982 г. соответственно 96% и до 33 экз.

Для выяснения характера распределения паразитов у 10 лещей собирали и подсчитывали дактилогирусов на каждой жабре с левой стороны и с правой (табл. 1). Данные по видовому составу и численности дактилогирусов леща дельты Дуная целесообразно сравнить с таковыми по Рыбинскому водохранилищу (Волжский плес) и Тюпскому заливу оз. Иссык-Куль. Дактилогирид леща в этих водоемах исследовали также в сентябре, вскрывали половозрелых рыб приблизительно одного размера (табл. 2, 3).

Подсчет общего количества паразитов показал, что во всех водоемах очень четко прослеживается большая зараженность жабр с правой стороны по сравнению с левой. Такая же закономерность была обнаружена в распределении *D. amphibothrium* у ерша [3]. В р. Дунай экстенсивность и интенсивность заражения леща 4 общими видами дактилогирусов очень близка к данным по Рыбинскому водохранилищу. В оз. Иссык-Куль зараженность рыб паразитами невелика.

Сравнение индекса обилия и процента заражения отдельными видами паразитов в тех же водоемах показывает, что в сентябре в

Т а б л и ц а 2

Сравнительные данные по численности дактилогирусов леща

Водоем	D. auriculatus			D. falcatus			D. wunderi			D. zandti		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Р. Дунай	36	0-20	1.08	68	0-31	6.6	96	0-163	47.3	96	0-33	14.9
Рыбное водохранилище	53.3	0-13	1.4	100	42-216	95.7	100	18-90	55	100	17-73	45.3
Оз. Иссык-Куль	16	0-2	0.2	Не обнаружен			40	0-13	1.7	52	0-8	1.7

П р и м е ч а н и е. I - экстенсивность инвазии, II - Lim, III - индекс обилия.

Т а б л и ц а 3

Относительная численность дактилогирусов, % на левой и правой стороне жабр

Жабры	D. auriculatus				D. wunderi				D. zandti			
	Р. Дунай	Рыбное водохранилище	Оз. Иссык-Куль		Р. Дунай	Рыбное водохранилище	Оз. Иссык-Куль		Р. Дунай	Рыбное водохранилище	Оз. Иссык-Куль	
Левая сторона	7.9	70	0		9.2	9.2	7.1		15.3	13.6	0	
	21.1	0	0		12	12.5	0		9	11.5	2.3	
	2.6	5	0		10.6	14.4	21.4		13.8	14.4	7	
	7.9	0	0		14.8	11.8	2.4		10.6	11.5	11.6	
Правая сторона	18.4	10	0		8.4	12.6	23.8		12.2	11	37.2	
	21.1	5	0		11.5	15.2	28.6		16.9	14.2	11.6	
	21.1	10	66.7		15.4	14.8	2.4		15.3	12.3	23.3	
	0	0	33.3		18.1	9.5	14.3		6.9	11.5	7	

р. Дунай доминирующими (фоновыми) видами являются *D. wunderi*, *D. zandti*, т.е. те же, что в оз. Иссык-Куль. В Рыбинском водохранилище в этот период доминирует *D. falcatus*. Низкие показатели численности *D. auriculatus* обнаружены во всех трех водоемах. Однако в оз. Иссык-Куль относительная численность этих паразитов (6.6%) выше, чем в р. Дунай (2.5%) и Рыбинском водохранилище (0.7%). Возможно, это связано с тем, что в этом водоеме отсутствует *D. falcatus* и оказалась свободная ниша для *D. auriculatus*.

Исследование, проведенное в дельте Дуная, показало, что видовой состав дактилогирисов леща за 17–19 лет практически не изменился. Произошли количественные изменения – увеличилась численность паразитов, возможно, за счет увеличения плотности популяции хозяев.

Распределение отдельных видов дактилогирисов на жабрах лещей неравномерное. Разные виды паразитов предпочитают совершенно определенные жаберы. Четко прослеживается большая зараженность жабр с правой стороны. Причины такого распределения дактилогирисов неясны.

Л и т е р а т у р а

1. Кулаковская О.П., Коваль В.П. Паразитофауна рыб бассейна Дуная. Киев, 1973. 210 с.
2. Пашкевичу те А.С. Моногенетические сосальщики рыб низовьев основных рек Украины (Днепр, Южный Буг, Днестр, Дунай): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1969. 22 с.
3. W o o t t e n R. The spatial distribution of *Dactylogyrus amphibothrium* on the gills of ruff *gymnocephalus cernua* and its relation to the relative amounts of water passing over the gills. – J. Helminthol., 1974, vol. 48, p. 167–174.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Г.И. Маркевич

К ФАУНЕ КОЛОВРАТОК БАССЕЙНА
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Максимально полные сведения о фауне пресноводных организмов имеют первостепенное значение для зоогеографии внутренних вод и выяснения истории формирования сообществ в континентальных водоемах. Исконно пресноводные организмы — коловратки — населяют практически все биотопы наземных вод, от пелагиали крупных озер до „капельных“ водоемов лишайников, мхов и почвы. Между тем, большинство имеющихся сведений о фауне коловраток отражают ценозы пелагиали и заросших мелководий водоемов. Понятно, что только всестороннее освещение фауны коловраток разных районов с учетом самых разнообразных биотопов позволит правильно понять особенности зоогеографического распределения этих животных, реально оценить соотношение между космополитизмом их распространения и строгой географической приуроченностью.

По разнообразию биотопов Рыбинскому водохранилищу принадлежит совершенно особая роль. Значительные периодические колебания его уровня стирают границы между огромной массой открытых вод и разнотипными обсыхающими мелководьями, лесными и эфемерными весенними водоемами, болотами и подтопляемыми лесами. Колебания уровня превращают Рыбинское водохранилище в колоссальную водную систему, связывающую воедино практически все характерные для данной широты биотопы. Прежними фаунистическими исследованиями в Рыбинском водохранилище отмечено 167 видов коловраток [1, 2, 4, 5]. В настоящем сообщении приводится список достоверно определенных видов коловраток, обнаруженных в Рыбинском водохранилище и его обширной системе придаточных водоемов. Все исследованные водные ценозы, в большей или меньшей мере связанные с Рыбинским водохранилищем, находились на удалении от него не более 500 м. По характеру ценозов обследованные водоемы были условно объединены в следующие шесть групп:

- 1) обсыхающие мелководья,
- 2) прибрежные пруды, зарастающие макрофитами,
- 3) прибрежные пруды, зарастающие сфагнумом и другими болотными мхами,
- 4) лужи и ямы, заполняемые талой водой,
- 5) мхи прибрежных болот,
- 6) подтопляемые грунты.

Коловратки определялись только в живом состоянии по определителям Л.А. Кутиковой, Доннера и Фойгта [3, 6, 7]. Кроме сборов в водоеме использовалась методика выведения коловраток из илов и грунта, собранных в исследуемых биотопах. Ниже приводится список видов, обнаруженных в 1978–1982 гг. и неуказанных для фауны Рыбинского водохранилища в прежних работах. Звездочкой отмечены виды коловраток, указывающиеся впервые для фауны СССР.

1. На обсыхающих мелководных, зарастающих разнообразной водной и наземной растительностью, были обнаружены: *Taphrocampa annulosa* Gosse, *Cephalodella volvolicola* (Zawadowsky), *C. catellina* (Müller), *C. globata* (Gosse), *C. gracilis* (Ehrenberg), *C. pachyodon* Wulfert, *Postclausa minor* (Rousselet), *P. hyptopus* (Ehrenberg), *Ascomorpha minima* Hofsten, *Encentrum marteus* Wulfert, *E. lupus* Wulfert, *E. saundersiae* (Hudson), *Asplanchna sieboldi* (Leydig), *Proales fallaciosa* Wulfert, *Mytilina bicarinata* (Perty), *Lepadella cristata* (Rousselet), *L. acuminata* (Ehrenberg), *L. elliptica* Wulfert, *Floscularia melicerta* (Ehrenberg), *Ptygura melicerta* Ehrenberg, *Beauchampia crucigera* (Du trochet), *Sinatherina socialis* (Linnaeus), *Lacinularia flosculosa* (Müller), *Testudinella truncata* (Gosse), *Pompholyx complanata* Gosse, *Filinia major* (Colditz), *Rotaria tridens* Montet, *R. tardigrada* (Ehrenberg), *R. sordida* (Western), *R. macrura* (Schrank), *R. quadrioculata* (Murray).

2. Для кислых, заболоченных водоемов, зарастающих сфагнумом и другими болотными мхами, очень характерными оказались различные представители сем. *Notommataidae*. Здесь были найдены: *Notommata allantois* Wulfert, *N. cerebrus* (Gosse), *N. placida* Harring et Myers, *Tetrasiphon hydrocora* Ehrenberg, *Cephalodella auriculata* (Müller), *Itura aurita* (Ehrenberg), *I. chamadis* Harring et Myers, *Trichocerca tigris* (Müller), *Lindia truncata* (Jennings), *L. torulosa* Dujardin, *Aspelta circinator* (Gosse), *Harringia eupoda* (Gosse), *Microcodon clavus* Ehrenberg, *Proales minima* (Montet), *P. doliaris* (Rousselet), *P. micropus* (Gosse), *P. sordida* Gosse, *Microcodides chlaena* (Gosse), *Keratella serrulata* (Ehrenberg), *Floscularia janus* (Hudson), *Ptygura pilula* (Gubitt), *Testudinella parva* (Ternetz), *Philodina flaviceps* Bryce, *Ph. rugosa* Bryce.

3. В прудах, бочагах, заросших макрофитами, изредка связанными с водами Рыбинского водохранилища, обнаружены: *Cephalodella exigua* (Gosse), *Monommata aequalis* (Ehrenberg), *Scaridium longicaudatum* (Müller), *Trichocerca sulcata* (Jennings), *T. elongata* (Gosse), *Lindia annexa* Harring et Myers, *L. janickii* Wiszniewski, *Dicranophorus secretes* Donner, *D. grandis* (Ehrenberg), *D. rostratus* (Dixon-Nuttall et Freeman), *Wierzejskiella vagneri* Koniarski, *Squatinella longispinata* (Tatem), *S. rostrum* (Schmarda), *Squatinella tridentata* (Fresenius), *Euchlanis oropha* Gosse, *E. incisa* Carlin, *Limnias ceratophylli* Schrank, *L. melicerta* Weisse, *Ptygura velata* (Gosse), *Testudinella bidentata* (Ternetz), *Hexarthra fennica* (Levander), *Habrotrocha angusticalis* (Murray), *H. bidens* (Gosse), *H. constricta* (Dujardin), *Philodina citrina* Ehrenberg, *Ph. roseola* Ehrenberg.

4. Временные весенние лужи, хотя и не имели непосредственной связи с водами водохранилища, однако располагались в прибрежной зоне. В период весеннего паводка ручьи талой воды соединяли некоторые из них с системой Рыбинского водохранилища. В этих водоемах отмечены следующие виды коловраток: *Notommata gisleni* (Berzins)*, *N. brachyota* Ehrenberg, *N. cyrtopus* Gosse, *Pseudoharringia similis* Fadeev, *Itura viridis* (Stenroos)*, *Resticula gelida* Harring et Myers, *Keratella testudo* (Ehrenberg), *Floscularia rigens* (Linnaeus), *Lacinularia ismailoviensis* (Poggenpol), *Filinia passa* (Müller).

5. Совершенно особый, „бделлоидный“, облик имела фауна коловраток мхов болот: *Habrotrocha pusilla* (Bryce), *H. tri-dens* (Milne), *H. serpens* Donner, *Macrotrachela zicken-drahti* Richters, *M. multispinosa* Thompson, *M. papillosa* Thompson, *M. quadricornifera* Milne, *M. quadricorniferoi-des* Bryce, *Pleuretra intermedia* (Bartos), *P. costata* (Bartos), *Mniobia orta* Donner, *M. russeola* (Zelinka), *Adineta barbata* Janson.

6. В составе фауны коловраток подтопляемых водами водохранилища почв чаще всего обнаруживались различные представители сем. *Dicranophoridae* и *Golurellidae*, уже указанные прежде для других биотопов. Исключительно в интерстициали и налипных лишайниках встречались *Philodina vorax* (Janson), *Ph. plena* (Bryce), *Adineta vaga* (Davis).

Из ила, собранного на мелководье, удалось вывести очень интересный и редкий вид – коловратку *Cupelopagis vorax* (Leidy), в естественных условиях не встречающую.

Таким образом, настоящий список дополняет выявленную ранее фауну коловраток Рыбинского водохранилища еще 108 видами, из которых 9 видов моногононтных коловраток указываются впервые и для фауны нашей страны. В целом, в бассейне Рыбинского водохранилища зарегистрировано 275 видов коловраток.

Л и т е р а т у р а

1. В л а д и м и р о в а Т.М. К фауне коловраток Рыбинского водохранилища. – В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1971, № 12, с. 33–34.
2. В л а д и м и р о в а Т.М. Коловратки побережья Рыбинского водохранилища. – В кн.: Фауна беспозвоночных и условия воспроизводства рыб в прибрежной зоне верхневолжских водохранилищ. Л., 1978, с. 5–15.
3. К у т и к о в а Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Л., 1970. 744 с.
4. М а р к е в и ч Г.И. Дополнения к фауне коловраток Рыбинского водохранилища. – В кн.: Фауна беспозвоночных и условия воспроизводства рыб в прибрежной зоне верхневолжских водохранилищ. Л., 1978, с. 16–24.

5. Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л., 1972. 364 с.
6. D o n n e r J. Ordnung Bdelloidea (Rotatoria, Rädertiere). – In: Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas. Berlin, 1965, Bd 6, S. 1–297.
7. V o i g t M. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Berlin, 1956–1957. I Textband. 508 S. II Tafelband. 115 S.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.18–153

Л.Е. С л е с а р е в а

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ ПИЩИ НА ВЕЛИЧИНУ РАЦИОНА КОЛОВРАТКИ BRACHIONUS CALYCIFLORUS

Коловратка *Brachionus calyciflorus* – широкоэвритермный вид, который используется как объект массового культивирования и служит кормом для личинок рыб. Однако успешное выращивание коловраток в промышленных масштабах невозможно без детального исследования их биологии и экологии. Настоящая работа – часть комплексных исследований, проводимых в Институте зоологии АН БССР с целью совершенствования методики массового культивирования коловраток.

Исследования скорости потребления пищи в экспериментальных популяциях *Br. calyciflorus* проведены при температурах 20, 30, 35 °C в трех соотношениях между концентрацией корма (В) и численностью коловраток (К): 0.03, 0.1 и 1.0 млн.кл./экз. В дальнейшем для краткости эти соотношения будут именоваться как 0.03, 0.1 и 1.0 (см. таблицу). В качестве корма использовали одноклеточную зеленую водоросль *Chlorella* sp. Опыты проводили в склянках объемом 50 мл в трех повторностях. Каждая серия имела контроль. Время экспозиции в экспериментах в зависимости от температуры и концентрации водорослей изменялось от 6 до 30 ч. Культуру коловраток выращивали при тех же температурах, затем животных перед опытом сгущали на мельничном сите и отмывали. За 30 мин до начала эксперимента коловраток выдерживали в чистой воде для освобождения кишечника. В опытные склянки коловраток вносили объемным способом. Численность водорослей определяли методом подсчета в камере Фукс–Розенталя. Концентрация хлореллы в контрольных склянках в начале и конце опыта, как правило, была одинаковой. Потребление коловратками водорослей рассчитывали по формуле

Схема опытов по скорости потребления пищи
Brachionus calyciflorus при температуре 30 °С

Концентрация корма, млн. кл./мл	Численность коловраток, экз./мл								
	0,3	1	3	5	10	30	50	100	200
0,3	1.0	-	0.1	-	0.03	-	-	-	-
1.0	-	1.0	-	-	0.1	0.03	-	-	-
3.0	-	-	1.0	-	-	0.1	-	0.03	-
5.0	-	-	-	1.0	-	-	0.1	-	0.03
10.0	-	-	-	-	1.0	-	-	0.1	-
50.0	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-
100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

$$R = \frac{(C_k - C_t)}{t(N_0 + N_t)},$$

где C_k – концентрация водорослей в контроле в начале опыта, млн.кл./мл, C_t – концентрация водорослей в опытных склянках в конце опыта, млн. кл./мл, N_0 – количество животных в начале опыта, N_t – количество животных в конце опыта, экз./мл, t – время экспозиции, ч.

Величина рациона у коловраток при 20 и 35 °С слабо зависит от концентрации пищи в изучаемом диапазоне концентраций, тогда как при 30 °С эта зависимость выявлена очень четко (рис. 1). Значение R при этой температуре в диапазоне исследованных концентраций водорослей возрастает в среднем от 113 кл. до 19 тыс. кл./(экз.·ч), т.е. почти в 170 раз. Наиболее резкое возрастание рациона отмечено в диапазоне концентраций $3 \cdot 10^5 - 10^7$ кл./мл. При дальнейшем увеличении концентрации скорость питания животных возрастает значительно медленнее. Характер зависимости R – *Brachionus calyciflorus* при 30 °С от концентрации корма аналогичен таковой, установленной для планктонных ракообразных с фильтрационным типом питания [2]. Можно предположить наличие единых закономерностей изменения рациона в связи с концентрацией пищи у ракообразных-фильтраторов и коловраток.

При всех изученных температурах, при равных значениях концентрации корма величины R у *Br. calyciflorus* при В/К равном единице значительно превосходили таковые при остальных соотношениях. В то же время значения R при соотношениях В/К=0.1 и В/К=0.03 практически не различались. Таким образом, количество пищи в среде, приходящееся на одну особь, даже при одинаковой ее биомассе может существенно влиять на величину рациона. Этот факт никогда прежде не отмечался в гидробиологической литературе. Можно сделать вывод, что наряду с температурой и концентрацией пищи соотношение В/К может оказывать существенное влияние на рационы коловраток и это необходимо учитывать

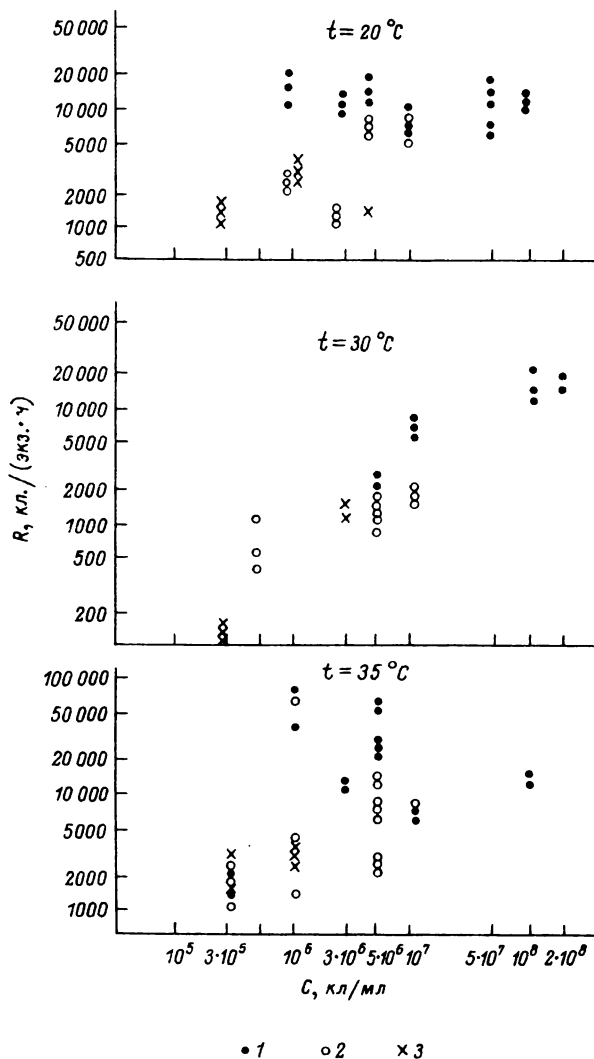


Рис. 1. Зависимость величины рациона от концентрации корма у *Brachionus calyciflorus*.

а - 20 °C; б - 30 °C; в - 35 °C. 1 - $B/K=1.0$; 2 - $B/K=0.1$; 3 - $B/K=0.03$.

при исследованиях процессов трансформации вещества и энергии у этой группы животных:

В литературе имеется ряд работ, посвященных количественным закономерностям питания *Br. calyciflorus* [1, 3, 4]. Однако

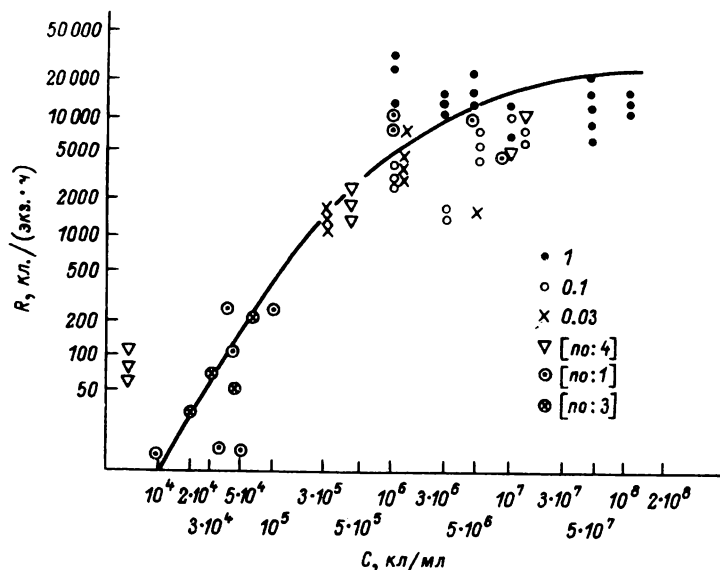


Рис. 2. Зависимость рациона коловратки *Br. calyciflorus* от концентрации пищи по данным различных авторов.

в этих работах величины рационов определены при температурах 20–22 °С и значительно более низких концентрациях, чем в наших опытах. Результаты этих авторов, приведенные к принятой нами форме выражения, и результаты наших опытов при всех соотношениях В/К при 20 °С удовлетворительно описываются единой кривой (рис. 2), соответствующей уравнению Ивлева

$$R = R_m (1 - e^{-\alpha C}), \quad (1)$$

где R_m – максимальный рацион, C – концентрация корма, α – эмпирическая константа. При расчетах данного уравнения значение R принято равным 0.02 млн. кл./мл. Уравнение (1) в численной форме имеет следующий вид:

$$R = 0.02 (1 - e^{-0.23C}), \quad (2)$$

где R – рацион, млн. кл./(экз. ч), C – концентрация корма, млн. кл./мл.

Кривая рассчитанного уравнения в изученном диапазоне концентраций корма от 0.01 до 100 млн. кл./мл хорошо описывает эмпирические данные и может использоваться для ориентировочных расчетов рационов коловраток при 20 °С. Однако в отдельных случаях максимальный рацион *Br. calyciflorus* при потреблении *Chlorella* sp. достигает 20 тыс. кл./(экз. ч). Эту величину можно

использовать как характеристику максимальных пищевых потребностей коловраток.

Таким образом, показано, что при увеличении температуры от 20 до 35 °С значительно расширяется диапазон концентраций водорослей, при которых наблюдается увеличение рациона коловраток. Так, если при 20 °С увеличение рациона отмечено до концентрации порядка $1 \cdot 10^6$ кл./мл, то при температуре 35 °С максимальные рационы отмечены порядка $5 \cdot 10^6 - 1 \cdot 10^7$ кл./мл (рис. 1). При этом замечено, что с увеличением температуры увеличивается влияние соотношения В/К на величину рациона. Оптимальным для температуры 35 °С является В/К равное единице.

Л и т е р а т у р а

1. Г а л к о в с к а я Г.А. Об использовании пищи на рост и об условиях максимального выхода продукции коловратки *Brachionus calyciflorus* Pallas. – Зоол. журн., 1963, т. 42, вып. 4, с. 506–512.
2. С у щ е н я Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных. Минск, 1975. 208 с.
3. Э р м а н Л.А. О количественной стороне питания и пищевой избирательности у планктонной коловратки *Brachionus calyciflorus* Pallas. – Зоол. журн., 1962, т. 41, вып. 1, с. 34–48.
4. S t a r k w e a t h e r P., G i l b e r t J. Effect of food density on feeding rates using *Euglena gracilis* and *Rhodotorula glutinus*. – Oecologia, 1977, vol. 28, p. 133–139.

Институт зоологии АН БССР

УДК 574.55 (285.2)

Г.Х. Ш е р б и н а

ПРОДУКЦИЯ *STICTOCHIRONOMUS CRASSIFORCEPS* (К),
оз. ВИШТЫНЕЦКОГО КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛ.
(DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

Озеро Виштынецкое – олиго-мезотрофный водоем, самый крупный и глубоководный в Калининградской обл. Площадь его 1660 га, максимальная глубина 52 м, средняя – 17 м. Зона литорали развита слабо. Глубины от 0 до 5 м составляют 14,5% от общей площади (242 га). Заиленные пески занимают 183 га, серые илы – 59 га [6].

При изучении фауны хирономид озера было выявлено более 130 видов, из которых 80% составляют типичные обитатели литорали. В этой зоне, на биотопе песка, доминируют личинки *Stictochironomus crassiforceps* (K.) (около 75% от численности и 60% от биомассы всех хирономид). В момент отрождения (середина июня) личинки *St. crassiforceps* составляют более 80% от общей численности макро- и мезобентоса. Нами установлено, что максимальная численность личинок наблюдается на глубинах 0.5–0.8 м, средняя – на глубинах 1.7–1.9 м, минимальная – на глубинах 3.5–4.0 м. На глубине более 4 м личинки *St. crassiforceps* встречаются единично. Сходное распределение получено Пальменом для района северной Балтики [10]. Результаты наших наблюдений биологии вида в основном совпадают с данными, полученными для северной Балтики [10] и Рыбинского водохранилища [7, 8].

В настоящем сообщении приводятся только те особенности биологии вида, которые следует учитывать при продукционных исследованиях.

Вид моноциклический. Лёт имаго происходит в первой половине мая в сжатые сроки, что можно проследить на примере 1982 г.: 1 мая в пробах присутствовали единичные куколки, которые составляли сотые доли процента от общей численности, 8 мая численность куколок составляла 83%, а 15 мая куколки и личинки *St. crassiforceps* в пробах отсутствовали. Таким образом, весь период вылета длился 10–14 сут. Моноциклическость вида и относительно дружный вылет отмечались в северной Балтике [10], озерах Швеции [9] и Рыбинском водохранилище [7, 8]. Личинки I возраста не ведут обычного для многих новорожденных личинок хирономид планктонного образа жизни [7]. Массовое появление личинок I возраста в мезобентосе и указывало нам на время отрождения молоди. Осенний максимум прироста сырой массы приходился на конец сентября–середину ноября, когда за 57 сут индивидуальная масса одной особи увеличивалась в среднем на 0.712 мг. Весенний максимум наблюдался в середине марта–апреля, за 47 сут в среднем прирост биомассы составил 1.206 мг/экз. Общая длительность развития одной генерации в среднем составила 334 сут, что соответствовало 2468 градусо-дням. По наблюдениям А.И. Шиловой [8], в лаборатории при температуре не ниже 18–19 °C развитие продолжалось в течение целого года, несмотря на то что общая сумма градусо-дней составила более 6000. Из вышеизложенного видно, что температура не оказывает решающего влияния на длительность развития популяции, а моноциклическость данного вида, по предположению А.И. Шиловой [8], закреплена генетически.

Моноциклическость, сжатые сроки вылета и отсутствие у личинок I возраста планктонного образа жизни позволили нам для расчета продукции избрать метод Бойсен-Йенсена [4]. По этому способу расчета величина продукции (P) равняется сумме биомассы элими-

нированных особей (B_e) и конечной биомассы (B_2) за вычетом начальной биомассы (B_1) по формуле

$$P = B_e + B_2 - B_1. \quad (1)$$

Е.В. Боруцкий [2] при расчете продукции *Chironomus plumosus* в оз. Белом за начальную биомассу принимал максимальную биомассу популяции перед вылетом. Н.Ю. Соколова [4, 5] при изучении продукции хирономид Учинского водохранилища использовала методику Боруцкого, но за начало расчета брала не максимальную биомассу популяции, а начальный этап жизненного цикла — момент откладки яиц. В этом случае $B_1 = 0$. Так как обычно самки *St. crassiforceps* разбрасывают по поверхности одиночные яйца [7], то за начало расчета мы брали момент массового появления личинок I возраста в мезобентосе оз. Виштынецкого, т.е. и у нас $B_1 = 0$. Продукцию личинок *St. crassiforceps* определяли от момента их выклева до предкуколки (зрелая личинка 1У возраста со вздутыми грудными сегментами). Биомассу элиминированных особей дифференцировали на биомассу съеденных рыбой и хищными беспозвоночными (B_f) и биомассу погибших от различных причин личинок (B_m), т.е.

$$B_e = B_f + B_m. \quad (2)$$

Общая продукция всей популяции рассчитывалась по формуле

$$P = B_f + B_m + B_2. \quad (3)$$

Сбор материала производили на стандартной станции, расположенной на биотопе песка на глубине 1.8 м, где, как ранее указывалось, плотность личинок близка к средней. Пробы отбирали усовершенствованным дночерпателем Экмана-Берджи 1/40 м², совершали по четыре подъема. В весенне-летний период пробы брали еженедельно, в сентябре — ежедекадно, в остальной период — один раз в месяц. Всего с 25 мая 1981 г. по 15 мая 1982 г. было проведено 26 сборов (104 дночерпательные пробы). Разбор проб, фиксацию организмов и камеральную обработку производили согласно существующим методикам [1, 3]. Таким образом, нами были получены данные по динамике численности и биомассы популяции *St. crassiforceps* от момента выклева личинок I возраста до образования куколок. Весь цикл популяционного продуцирования личинок был разделен на пять периодов.

1. С момента массового появления в мезобентосе личинок I возраста до момента их перехода во II возраст.

2. От пика численности личинок II возраста до появления максимального количества личинок III возраста.

3. От пика численности личинок III возраста до появления максимального количества личинок 1У возраста.

4. Период осеннего роста.

5. С конца осеннего роста личинок до массового появления куколок.

Расчет продукции популяции *Stictochironomus crassiforceps*
в оз. Виштынецком

Дата	N, экз./м ²	B, г/м ²	W, мг	\bar{N} , экз./м ²	ΔW , мг	P, г/м ²
<u>1981 г.</u>						
16 VI	78920	1.833	0.023	70820	0.032	2.266
24 VI	62720	3.466	0.055	56400	0.035	1.974
1 VII	50080	4.493	0.09	43720	0.037	1.618
8 VII	37360	4.762	0.127	36680	0.042	1.541
17 VII	36000	6.09	0.169	34100	0.035	1.194
22 VII	32200	6.564	0.204	31020	0.024	0.744
29 VII	29840	6.882	0.228	30760	0.021	0.646
5 VIII	31680	7.888	0.249	29240	0.011	0.322
12 VIII	26800	6.968	0.26	26200	0.011	0.287
19 VIII	25400	6.883	0.271	24380	0.029	0.707
25 VIII	23360	7.055	0.3	25100	0.038	0.954
1 IX	26840	9.072	0.338	23760	0.045	1.069
11 IX	20680	7.92	0.383	20120	0.085	1.71
21 IX	19560	9.254	0.468	17640	0.33	5.821
17 X	15720	12.545	0.798	14340	0.466	6.915
16 XI	13960	17.645	1.264	13440	0.046	0.618
18 XII	12920	16.925	1.31	—	—	—
<u>1982 г.</u>						
16 II	12280	12.894	1.05	—	—	10.727
16 III	11680	14.6	1.25	11400	0.941	2.727
24 IV	9880	22.24	2.251	8940	0.305	
1 V	8000	20.448	2.556			
Всего						41.84

П р и м е ч а н и е. N — численность личинок в момент сбора, \bar{N} — средняя численность личинок между двумя сборами, W — средняя индивидуальная масса особи в момент сбора, ΔW — прирост средней массы особи между двумя периодами сбора, P — продукция популяции за определенный период: $P = \bar{N} \cdot \Delta W$.

Продукцию за каждый период вычисляли умножением разности численностей личинок ($N_1 - N_2$) на среднее арифметическое из средних масс личинок популяции в начале периода (W_1) и в конце его (W_2). Определенная таким образом биомасса съеденных личинок составила 20.035 г/м². Суммарная биомасса погибших от различных причин личинок равнялась 5.435 г/м², конечная биомасса — 20.448 г/м². Подставив полученные значения в формулу (3), получили продукцию личинок *St. crassiforceps* от момента их выклева до появления предкуколок 45.9 г/м². Средняя биомасса (\bar{B}) за весь период наблюдений составила 14.728 г/м². Коэффициент P/\bar{B} равен 3.1. Отношение продукции к максимальной биомассе ($P/B_{\text{макс}}$) равно 2.25. Средняя биомасса биоценоза песка была определена по материалам трех бентосных съемок

(12,027 г/м²). Умножив среднюю биомассу на площадь биоценоза и P/\bar{V} -коэффициент, получили продукцию популяции *St. crassiforceps* в пересчете на все озеро (68.2 т).

Для сравнения была рассчитана продукция популяции *St. crassiforceps* графическим способом [4]. Наблюдения показали (см. таблицу), что с середины декабря по конец марта развития личинок не наблюдалось, а их средняя индивидуальная масса к середине февраля уменьшилась на 20%. Прекращение развития личинок 1У возраста в зимний период и частичное снижение индивидуальной массы объясняется наличием у данного вида диапаузы, которая снижалась длинным фотопериодом [8]. Суммарная продукция за счет прироста составила 41.84 г/м². Просуммировав продукцию, полученную за счет прироста, и биомассу погибших (5.435 г/м²) и новорожденных личинок (1.833 г/м²), получили общую продукцию популяции *St. crassiforceps* (49.1 г/м²). Величины продукции, рассчитанные разными способами, различаются незначительно, что позволяет нам сделать вывод о применимости любого из двух методов при определении продукции моноциклических видов хирономид. Аналогичный вывод был сделан Н.Ю. Соколовой [4] при изучении продукции другого моноциклического вида *Chironomus anthracinus* в Учинском водохранилище с применением трех различных методов. Полученное нами значение коэффициента $P/V_{\text{макс}}$, равное 2.25, близко к аналогичным коэффициентам других авторов для различных видов хирономид [5].

Л и т е р а т у р а

1. Б а к а н о в А.И., С о к о л о в а Н.Ю. Методика количественного учета и выявления пространственного распределения бентоса (хирономид). – В кн.: Методическое пособие по изучению хирономид. Душанбе, 1982, с. 3–19.
2. Б о р у ц к и й Е.В. Динамика биомассы *Chironomus plumosus* профундали Белого озера. – Тр. Лимнол. станции в Косине, 1939, вып. 22, с. 156–195.
3. М е т о д и к а изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 240 с.
4. С о к о л о в а Н.Ю. Сравнительная оценка способов определения продукции личинок хирономид. – Зоол. журн., 1971, т. 30, вып. 3, с. 422–433.
5. С о к о л о в а Н.Ю. Продукция беспозвоночных и использование их рыбой. – В кн.: Бентос Учинского водохранилища. М., 1980, с. 132–160.
6. Ш е с т а к о в а Т.В. Характеристика современных донных отложений оз. Виштынецкого. – В кн.: Изученность природных ресурсов Калининградской области. Л., 1972, с. 64–68.
7. Ш и л о в а А.И. Метаморфоз и биология *Stictochironomus crassiforceps* Kieff. (Diptera, Tendipedidae). – В кн.: Экология и биология пресноводных беспозвоночных. М.; Л., 1965, с. 91–101.

8. Ш и п о в а А.И. Хиرونмиды Рыбинского водохранилища. Л., 1976. 252 с.
9. B r u n d i n L. Chironomiden und andere Bodentiere der südschwedischen Urgebirgsseen. - Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm, 1949, vol. 30, p. 1-914.
10. P a l m e n E. Studies on the ecology and phenology of the Chironomidae (Dipt.) of the northern Baltic: 1. *Allochironomus crassiforceps* K. - Ann. entomol. fenn., 1962, vol. 28, N 4, p. 137-168.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597-152.6+597.554.3

А.Н. М и р о н о в с к и й

К ИЗУЧЕНИЮ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ РАЗЛИЧИЙ ПЛОТВЫ И ВОБЛЫ

С 1976 г. в лаборатории экологии ИБВВ АН СССР проводятся работы по исследованию внутривидовой структуры некоторых видов карповых рыб. При исследовании использовался фенетический метод изучения популяционной структуры карповых рыб [5], что дало весьма ценные результаты и, в частности, позволило уточнить таксономическое положение леща и плотвы Волжского бассейна [3, 6].

А.Н.Касьянов [3] показал, что плотва в водоемах Волжско-Камского бассейна представлена номинативным подвидом *Rutilus rutilus rutilus* (L.), который делится на две пространственно-разобщенные группы популяций - верхнесредневолжскую и нижневолжскую. Данные И.Ф. Правдина [4] о существовании в Волге ниже камского устья обособленного подвида серушки *R. rutilus fluviatilis* (Jak.) не подтвердились.

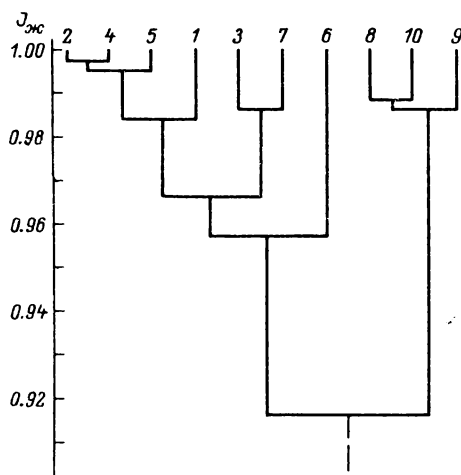
В настоящем сообщении приведены результаты морфологического сравнения выборок номинативного подвида из крайних районов ареала с северокаспийской воблой *R. rutilus caspicus* (Jak.). Сопоставлялись варианты строения туловищного и переходного отделов позвоночника.

Как показали работы Ю.Г. Изюмова [2] по изучению популяционной структуры леща волжских водохранилищ, указанные признаки позволяют надежно идентифицировать внутривидовые группировки рыб.

Выборки воблы были взяты в 1983 г. в дельте Волги (р.Бузан) и в двух районах Северного Каспия (у островов Тюлений и Жемчужный). Собранный материал сравнивали с выборками плотвы из остеологической коллекции лаборатории.

Строение туловищного и переходного отделов позвоночника плотвы и волги

Место взятия выборки	Туловищный отдел						Переходный отдел					
	количество позвонков			среднее коли- чество позвонков	объем выборки, экз.	количество позвонков			среднее коли- чество позвонков	объем выборки, экз.		
	17	16	15			4	3	2				
	частота встречаемости, доли единицы			частота встречаемости, доли единицы			частота встречаемости, доли единицы			частота встречаемости, доли единицы		
П л о т в а												
Сямозеро	0.25	0.725	0.025	16.23±0.076	40	0.125	0.775	0.1	3.025±0.076	40		
Рыбинское водо- хранилище	0.258	0.668	0.074	16.18±0.031	322	0.05	0.696	0.254	2.8±0.029	322		
Р. Уса	0.091	0.747	0.162	15.93±0.05	99	0.1	0.76	0.14	2.96±0.05	99		
Р. Схиратте	0.2	0.667	0.133	16.07±0.086	45	0.089	0.667	0.244	2.84±0.084	45		
Р. Вишера	0.323	0.615	0.062	16.26±0.07	65	0.046	0.754	0.2	2.85±0.059	65		
Саратовское водо- хранилище	0.075	0.825	0.1	15.98±0.067	40	-	0.525	0.475	2.53±0.08	40		
Дельта Волги (с. Булгаково)	0.04	0.63	0.33	15.71±0.054	100	0.11	0.75	0.14	2.97±0.05	100		
В о л г а												
Дельта Волги (р.Бузан)	0	0.319	0.681	15.32±0.057	69	0.377	0.594	0.029	3.35±0.065	69		
Северный Каспий (р-н о-ва Тюлений)	0	0.49	0.51	15.49±0.071	51	0.339	0.589	0.072	3.27±0.079	56		
Северный Каспий (р-н о-ва Жемчужный)	0.053	0.386	0.561	15.49±0.08	57	0.271	0.627	0.102	3.17±0.077	59		



Дендрограмма сходства между выборками плотвы и воблы.

Плотва: 1 - Сямозеро, 2 - Рыбинское водохранилище, 3 - р. Уса, 4 - р. Скирвите, 5 - р. Вишера, 6 - Саратовское водохранилище, 7 - дельта Волги, р-н Булгаково. Вобла: 8 - дельта р. Волги, р. Бузан, 9 - Северный Каспий, р-н о-ва Тюлений, 10 - Северный Каспий, р-н о-ва Жемчужный. По оси ординат - значение показателя сходства по Л.А. Животовскому [1], доли единицы.

Анализ средних значений количества позвонков по отделам показал, что все выборки воблы достоверно отличаются от выборок плотвы. Следует отметить высокие различия выборок воблы и плотвы, взятых из района их совместного обитания (дельта Волги). Достоверных различий между отдельными выборками воблы не обнаружено. Сходные результаты дает анализ частот вариантов туловищных и переходных позвонков (см. таблицу).

Для выяснения сходства выборок по частотам фенотипов были подсчитаны показатели сходства по Л.А. Животовскому [1], и на их основе построена дендрограмма (см. рисунок). Выделяются две группы выборок. Первую составили выборки плотвы, вторую - выборки воблы.

Полученные результаты свидетельствуют о морфологических различиях плотвы и воблы по использованным признакам. Безусловно, для решения вопроса о подвидовом статусе воблы необходимо дальнейшее исследование по более широкому спектру признаков. Необходимо также выяснить механизмы репродуктивной изоляции плотвы и воблы в зоне совместного обитания.

1. Ж и в о т о в с к и й Л.А. Показатель сходства популяций по полиморфным признакам. – Журн. общ. биологии, 1979, т. 10, № 4, с. 587–603.
2. И з ю м о в Ю.Г. Популяционная структура леща волжских водохранилищ. – В кн.: Биологические ресурсы волжских водохранилищ. М., 1984, с. 83–99.
3. К а с ь я н о в А.Н. О таксономическом положении плотвы *Rutilus rutilus* (L.) волжского бассейна. – В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1983, № 60, с. 51–55.
4. П р а в д и н И.Ф. Некоторые формы русской плотвы. – Материалы к познанию русского рыболовства, 1915, т. 4, вып. 9, с. 29–44.
5. Я к о в л е в В.Н., И з ю м о в Ю.Г., К а с ь я н о в А.Н. Фенетический метод исследования популяций карповых рыб. – Биол. науки, 1981, № 2, с. 98–101.
6. Я к о в л е в В.Н., И з ю м о в Ю.Г., К а с ь я н о в А.Н. О таксономическом положении леща водоемов волжского каскада. – В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1982, № 54, с. 42–47.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597-154.343 (285.2)

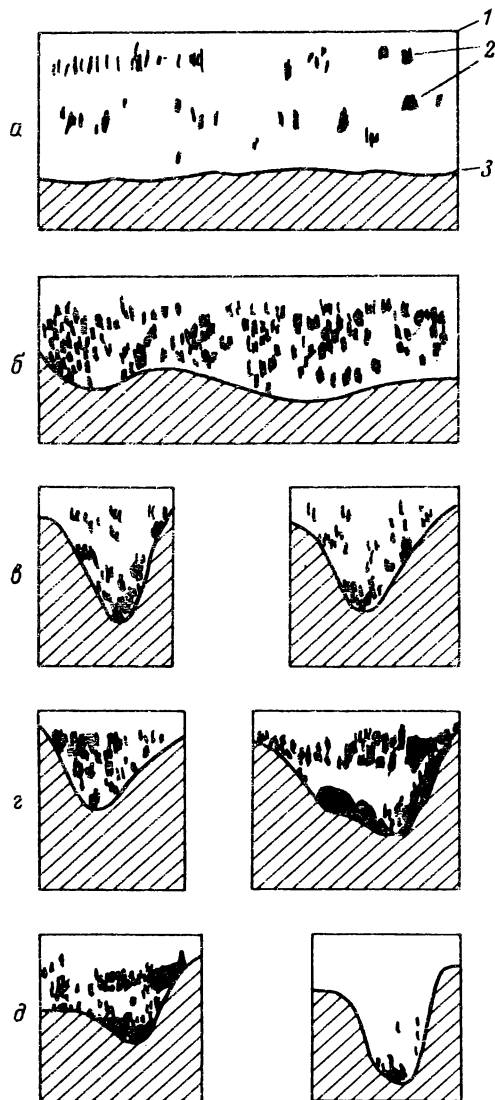
В.Д. Л и н н и к

О ПРОСТРАНСТВЕННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ РЫБ
В НЕРЕСТОВЫХ ПРИТОКАХ
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В последние годы в Рыбинском водохранилище заметно сокращается площадь нерестовых угодий фитофильных рыб [2]. Все возрастающее значение приобретают сохранившиеся в малых притоках нерестилища.

Цель данной работы – выяснение характера распределения рыб и особенностей их поведения в нерестовых притоках в репродуктивный период.

Материал собирали весной в период с 1978 по 1981 г. на реках Сутка и Ильдь (в 4 км от места их впадения в Рыбинское водохранилище), в заливах и прибрежных мелководьях которых располагаются обширные нерестилища рыб. ЭхOMETрические разрезы проводили через каждые 100–200 м с помощью гидролокатора „Лещ”. Идентификацию видового состава рыб, зарегистрированных прибором, производили по данным контрольных траловых и сетных уловов.



Распределение рыб в реках Сутке и Ильдь (эхোগраммы).

а – продольный разрез по руслу р. Сутки в летний период (июль);
 б – то же во время нерестового хода (май); в – распределение рыб
 в р. Сутке (слева) и р. Ильдь (справа); г – типы вертикального
 распределения рыб – равномерный (слева) и послойный (справа);
 д – распределение рыб до похолодания (слева) и после него (спра-
 ва). 1 – поверхность воды; 2 – эхоотметки от рыб; 3 – дно.

Массовый подход рыбы из водохранилища на нерест резко увеличивает их плотность в притоках, что заметно по эхограммам, записанным по одному и тому же разрезу в летний (см. рисунок, а) и весенний (см. рисунок, б) сезоны. Весной мигранты распределялись по всему поперечному сечению рек. По руслу (глубины до 10 м) мигрировали преимущественно лещ, густера и судак, на смежных прирусловых участках (глубины 2–6 м) преобладали плотва и щука. Синец распределялся более равномерно как на русловых, так и на смежных с руслом участках. Обычно нерестовые скопления состоят из разновидовых и разноразмерных рыб, причем доля неполовозрелых особей составляет 5–21%. Судя по траловым уловам, в нерестовых скоплениях 38% составляет лещ, 31% – густера, 26% – синец, 4% – плотва, 1% – судак и менее 1% – щука.

В период массового хода плотность рыб на русловых участках рек Сутки и Ильдь существенно не различалась (см. рисунок, в). По-видимому, мощность захода рыб в нерестовые притоки определяется не количеством имеющих в них нерестилищ, а объемом стока.

На русловых участках притоков можно выделить два типа вертикального распределения рыб. Первый – равномерное распределение особей по всей толще воды (см. рисунок, г), характерное для нерестовых скоплений, состоящих из леща, густеры, крупных плотвы и синца. Второй тип – послойное распределение рыб по двум горизонтам. Верхний горизонт занимают синец (89.3%), лещ (5.4%), мелкая плотва (0.8%), снеток (0.8%) и разновидовая молодь (3.2%); единично встречаются щука и судак. Среди синца отмечена значительная доля неполовозрелых особей. В нижнем горизонте преобладают лещ (37.7%), густера (31.2%), крупный синец (25.6%), встречаются плотва (3.7%), судак (0.9%) и щука (0.4%). Послойное распределение наблюдается и в нагульный период [4].

Ранее было установлено, что судак во время похолодания прекращает нерестовую миграцию [5]. Такое же поведение присуще и другим видам рыб. При резком похолодании производители леща, плотвы и синца скатываются с мелководий на русло и опускаются в нижние горизонты воды (см. рисунок, д).

Многочисленные эхометрические съемки и сетные обловы вблизи узкого залива, где расположены нерестилища, показали, что производители не образуют здесь сколько-нибудь устойчивых скоплений и совершают ненаправленные перемещения перед заходом на нерестилища. Сходная картина была отмечена и в дельте Волги [1].

Известно, что по эхограммам можно рассчитать скорость передвижения рыб, попавших в зону действия эхолота [6]. Мы попытались оценить скорость плавания рыб (V) в период их массовой миграции в русловой части притока. Расчет производили по формуле

$$V = \frac{2Ph \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{l},$$

где l – длина эхоотметки, мм; P – скорость протяжки ленты прибора, мм/с; α – угол эффективного действия луча эхолота; h – глубина нахождения рыбы, м.

Для светлого времени суток средняя скорость движения рыб по 57 промерам составила (17 ± 1.3) см/с, для темного времени по 91 промеру (11.5 ± 0.9) см/с. Различие статистически достоверно ($P < 0.001$). Даже такие невысокие скорости обеспечивают быстрый приход рыбы на нерестилища из любого участка притока при наступлении оптимальных для нереста условий.

Время начала нереста леща, синца, плотвы и щуки различалось не более чем на 5–7 сут и приходилось в годы наших наблюдений на 3–10 мая. В 50-е гг. начало нереста в притоках отмечалось с 15 апреля по 2 мая и у перечисленных видов рыб различалось на 10–15 сут [3]. Продолжительность нереста, как и раньше, варьировала в пределах 2–8 сут и определялась в основном погодными условиями: при устойчивой теплой погоде массовый нерест ограничивался 2–3 сут.

Л и т е р а т у р а

1. В а с н е ц о в В.В. Опыт исследования поведения полупроходных рыб на нерестилищах. – В кн.: Тр. Астрахан. заповедника. Астрахань, 1961, вып. 5, с. 163–179.
2. Г о р д е е в Н.А., И л ь и н а Л.К. Особенности естественного воспроизводства популяций рыб в водохранилищах Волжско-Камского каскада. – В кн.: Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. Л., 1977, с. 8–21.
3. З а х а р о в а Л.К. Материалы по биологии размножения рыб Рыбинского водохранилища. – Тр. Биол. ст. „Борок“, 1955, вып. 2, с. 200–265.
4. М а л и н и н Л.К., Б а з а р о в М.И. О вертикальном распределении рыб под плотинами гидроузлов. – В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1981, № 50, с. 32–34.
5. М а л и н и н Л.К., П о д д у б н ы й А.Г., С в и р с к и й А.М. Поведение судака во время нерестовой миграции в верховьях притоков Рыбинского водохранилища. – В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1977, № 35, с. 51–54.
6. C u s h i n g D. The detection of fishes. Oxford, 1973. 200 p.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.В. Халько, М.И. Базаров,
Н.Г. Дергачева

О ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ МОЛОДИ ОКУНЯ
РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУППИРОВОК.
1. БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КРИТИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ СЕГОЛЕТКОВ ОКУНЯ

Молодь окуня (*Perca fluviatilis* L.) – важного объекта промыслового и рекреационного рыболовства – образует устойчивые нагульные скопления как в литорали, так и в пелагиали водоемов [2, 3]. Поэтому одним из основных вопросов при выяснении механизма формирования пополнения популяции окуня следует считать оценку жизнестойкости мальков каждой экологической группировки.

Цель данной работы заключалась в сравнении физиологического состояния сеголетков окуня литоральной и пелагической группировок с помощью биохимических индикаторов. На первом этапе исследований требовалось выявить устойчивые биохимические признаки предельно ослабленного состояния сеголетков окуня, так как литературные сведения по этому вопросу отсутствуют.

Для этого в летне-осенний период 1981 г. было проведено восемь серий опытов по длительному необратимому голоданию мальков различных нагульных скоплений. Рыб отлавливали ежемесячно с июля по октябрь волокушей, рамовым и мальковым тралами в Волжском плесе Рыбинского водохранилища. Пойманных сеголетков в количестве не менее 100 экз., внешне здоровых особей, помещали без пищи на длительный срок в 400-литровые аэрируемые аквариумы. Чистку аквариумов от обрастаний и фекалий производили ежедневно. Погибших от истощения рыб взвешивали, затем фиксировали хлороформно-метаноловой смесью (две части хлороформа на одну часть метанола). Заболевших во время опыта мальков отбраковывали.

Количественное определение общих липидов проводили по методу Фолча в модификации В.И. Лапина и Е.Г. Черновой [4]. О содержании белка судили по количеству сухого обезжиренного остатка, который в теле рыб более чем на 90% состоит из белка [5]. Количество воды вычисляли по разнице между сырой начальной массой и сухой конечной. Последнюю получали суммированием величин обезжиренного остатка липидов и экстрактивных веществ после их высушивания до постоянной массы.

Исходный биохимический состав молоди определен в 125 пробах, каждая из которых включала от одного до трех мальков.

Результаты экспериментов показали, что гибель сеголетков окуня обеих экологических группировок при необратимом голодании наступала при уменьшении исходной массы тела в среднем на 32%, абсолютного содержания белка – на 40%, жира – на 70%. Происходящее в процессе голодания оводнение тканей способствовало

Т а б л и ц а 1

Исходный биохимический состав сеголетков окуня литоральной и пелагической группировок

Дата	Средняя масса рыб, г	Число рыб, экз.	Белок	Жир	Вода	Экстрактивные вещества
Л и т о р а л ь н а я г р у п п и р о в к а						
17 VII	1.633±0.069	25	$\frac{18.42 \pm 0.15}{0.3008}$	$\frac{2.7 \pm 0.11}{0.0441}$	$\frac{77 \pm 0.18}{1.25744}$	$\frac{1.84 \pm 0.05}{0.001}$
15 VIII	2.782±0.094	25	$\frac{19.92 \pm 0.2}{0.5542}$	$\frac{2.98 \pm 0.09}{0.0829}$	$\frac{75.54 \pm 0.2}{2.1015}$	$\frac{1.51 \pm 0.04}{0.042}$
7 IX	3.273±0.094	25	$\frac{20 \pm 0.07}{0.6546}$	$\frac{3.57 \pm 0.12}{0.1168}$	$\frac{75.07 \pm 0.13}{2.457}$	$\frac{1.33 \pm 0.03}{0.0435}$
23 X	3.849±0.101	25	$\frac{20.41 \pm 0.17}{0.7856}$	$\frac{3.74 \pm 0.15}{0.1439}$	$\frac{74.13 \pm 0.18}{2.8533}$	$\frac{1.71 \pm 0.07}{0.0658}$
П е л а г и ч е с к а я г р у п п и р о в к а						
24 VII	1.529±0.027	25	$\frac{17.2 \pm 0.21}{0.2630}$	$\frac{2.61 \pm 0.08}{0.0399}$	$\frac{77.99 \pm 0.16}{1.1925}$	$\frac{2.03 \pm 0.07}{0.031}$

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2 приведены значения средней арифметической и ее стандартных ошибок; над чертой - относительное содержание вещества, % от сырой массы, под чертой - абсолютное содержание вещества, г.

Т а б л и ц а 2

Биохимический состав погибших при длительном необратимом голодании сеголетков окуна в различные месяцы нагульного периода

Месяц	Средняя масса погибших рыб, г	Число рыб, экз.	Белок	Жир	Вода	Экстрактные вещества
Л и т е р а л ь н а я г р у п п и р о в к а						
Июль	1.091±0.053	35	$\frac{15.67 \pm 0.29}{0.171}$	$\frac{1.30 \pm 0.08}{0.014}$	$\frac{82.19 \pm 0.33}{0.897}$	$\frac{0.78 \pm 0.05}{0.008}$
Август	2.07±0.142	22	$\frac{17.74 \pm 0.24}{0.367}$	$\frac{1.32 \pm 0.06}{0.027}$	$\frac{80.34 \pm 0.35}{1.663}$	$\frac{0.81 \pm 0.05}{0.017}$
Сентябрь	2.218±0.101	22	$\frac{18.24 \pm 0.25}{0.404}$	$\frac{1.34 \pm 0.07}{0.030}$	$\frac{79.64 \pm 0.28}{1.766}$	$\frac{0.69 \pm 0.03}{0.015}$
Октябрь	2.434±0.119	15	$\frac{18.59 \pm 0.27}{0.452}$	$\frac{1.31 \pm 0.06}{0.032}$	$\frac{79.38 \pm 0.3}{1.932}$	$\frac{0.71 \pm 0.03}{0.017}$
П е л а г и ч е с к а я г р у п п и р о в к а						
Июль	0.848±0.062	16	$\frac{16.92 \pm 0.17}{0.143}$	$\frac{1.31 \pm 0.13}{0.011}$	$\frac{80.76 \pm 0.22}{0.685}$	$\frac{0.97 \pm 0.05}{0.008}$

увеличению относительного содержания воды в теле мальков (табл. 1, 2). Подобные закономерности изменения биохимического состава рыб при голодании описаны в литературе [6].

Согласно нашим данным, содержание белка и воды у погибших от истощения особей зависит от их первоначальной массы тела. Как при исходном, так и при критическом состояниях наиболее крупные мальки характеризовались более высоким абсолютным и относительным содержанием белка и меньшим относительным содержанием воды. Это особенно хорошо заметно на сеголетках литоральной группировки, с которыми было проведено четыре серии опытов в различные месяцы нагульного периода.

Следует отметить, что такое же количество опытов проводилось и на мальках пелагической группировки, но гибель большинства последних наблюдалась не в результате истощения, а от заболевания сапролегниозом и другими болезнями. Поэтому результаты трех серий опытов из четырех, проведенных с ними, при анализе не учитывались. По-видимому, повышенная восприимчивость сеголетков пелагических скоплений к заболеваниям во время голодания может свидетельствовать об их исходной ослабленности по сравнению с ровесниками из литорали. На это указывают и более низкие значения их биохимических показателей, а также меньшая масса тела в естественных условиях (табл. 1).

В связи с тем что содержание белка и воды в теле окуня в момент гибели от истощения зависит от массы особи, то ни один из этих показателей по величине не пригоден в качестве постоянного критерия для оценки качественного состояния рыб на протяжении всего нагульного периода. Конечные же значения параметра CO/B^1 , предложенного для подобных целей В.М. Борисовым [1], для молодежи литоральных скоплений оказались равными 0.217, 0.244, 0.256, 0.26 (в июле, августе, сентябре и октябре соответственно). Заметно проявляющаяся тенденция к увеличению значения рассматриваемого признака в период роста рыб также не позволяет считать его эталонным признаком критического состояния сеголетков.

Сравнивая относительное содержание жира у погибших рыб, мы обратили внимание на то, что независимо от исходной массы тела рыб гибель их от истощения наступала практически при одинаковом значении этого показателя: содержание жира у разноразмерных особей различных экологических группировок закономерно варьировало в пределах 1.3–1.34% от сырой массы (табл. 2). Различия между средними данными отдельных серий опытов статистически недостоверны при P равном 0.05. На этом основании критическое содержание жира для молодежи было нами определено как средневзвешенная величина отдельных серий, составившая 1.31%.

Полученные данные хорошо согласуются с данными Легера [7]. Автор проводил опыты по голоданию с молодежью радужной форели. Он считает, что, если содержание общих липидов достигает 2%

¹ Количество сухого остатка (CO) к массе воды (B) в теле рыб.

(по сырому веществу) и ниже, то гибель рыб наступает от начинающегося процесса разрушения клеточных мембран.

Следовательно, наиболее постоянным по величине признаком критического состояния сеголетков окуня литоральных и пелагических скоплений является минимальный пороговый уровень жировых запасов (1.31%). Поэтому приблизительную долю „кандидатов“ на естественный отход среди молодежи различных экологических группировок можно определить по количеству особей, у которых содержание жира оказывается в пределах доверительной области его критического значения. Однако применение такого методического приема осложняется зависимостью границ самого доверительного интервала от величины стандартных ошибок средних. В наших опытах ошибки не выходили за пределы 0.06–0.13. Поэтому, учитывая недостоверность различия средних при P равном 0.05 и для большей эффективности предлагаемого нами рабочего теста, его доверительную область наиболее целесообразно, на наш взгляд, рассчитывать при P равном 0.001, используя для этого критическое содержание жира из серии опытов с наибольшей стандартной ошибкой. В конечном итоге искомый показатель можно принять равным $(1.31 \pm 0.43)\%$ от сырой массы.

Л и т е р а т у р а

1. Б о р и с о в В.М. Изучение естественной смертности рыб и некоторые методы ее оценки: Автореф. дис. ... канд. биол.наук. М., 1974. 27 с.
2. К о г а н А.В. Сравнительная характеристика питания молодежи окуня Верхней Волги в условиях разного течения. – Бюл. МОИП. Отд-ние биологии, 1981, т. 86, вып. 4, с. 19–30.
3. К о н о б е е в а В.К. Особенности распределения и экологические группировки молодежи рыб в водохранилищах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1982. 22 с.
4. Л а п и н В.И., Ч е р н о в а Е.Г. О методике экстракции жира из сырых тканей рыб. – Вопр. ихтиологии, 1970, т. 10, вып. 4, с. 753–756.
5. Ш у л ь м а н Г.Е., К о к о з Л.М. Содержание обезжиренного сухого вещества в теле некоторых черноморских рыб. – Вопр. ихтиологии, 1971, т. 11, вып. 2, с. 339–344.
6. (L a w M.) Л а в М. Химическая биология рыб. М., 1976. 348 с.
7. L e g e r C. Effect d'un jeune prolongé sur la composition en lipides et en acides gras de la truite arc-en-ciel *Salmo gairdneri*. – Aquaculture, 1981, vol. 25, N 2–3, p. 195–206.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.В. Кузьмина, А.П. Стрельникова

АКТИВНОСТЬ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ
СИНЦА И ОКУНЯ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Данное сообщение является частью цикла работ, касающихся изучения процессов пищеварения у рыб, по типу питания относящихся к разным экологическим группам, на ранних этапах онтогенеза.

Изучали общую амилолитическую активность и активность щелочной фосфатазы в кишечниках молоди типичного плактофага – синца (*Abramis ballerus* (L.)) и хищника – факультативного бентофага окуня (*Perca fluviatilis* L.). Рыб выращивали в прудах в условиях естественного питания. Исследовали активность ферментов, функционирующих в кишечниках (60 особей в каждой пробе). Общую амилолитическую активность определяли по приросту гексоз, образующихся при гидролизе крахмала [3], щелочной фосфатазы – по приросту η -нитрофенола, образующегося при гидролизе η -нитрофенилфосфата натрия.

Данные, полученные при исследовании синца, свидетельствуют о значительной вариабельности изучаемых показателей (табл. 1). При этом колебания уровня карбогидраз и фосфатаз в течение суток превышали их вариабельность у особей разных возрастных групп. Наиболее низкий уровень амилолитической активности отмечен у мальков на этапе F, наименьшая активность щелочной фосфатазы – на этапе E. Тенденции к изменению показателей с увеличением возраста рыб не отмечались вследствие различной суточной динамики их активности. Ниже дана характеристика пищевого поведения и спектра питания молоди синца.

Э т а п D₁ [1]. Личинки начинают вести стайный образ жизни, держатся преимущественно у края пруда. Питаются в основном взрослыми кладочерами – *Bosmina* и *Ceriodaphnia*. В течение суток состав пищи почти не меняется, однако, потребление пищи на единицу массы личинок различно. Подъем пищевой активности отмечался в 9, 15 и 18 ч. Индексы наполнения кишечника составили в это время 130, 150 и 138 ‰. Уровень активности ферментов, особенно карбогидраз, во второй половине дня значительно выше, чем в 6 и 12 ч. Сопоставление динамики интенсивности питания и уровня ферментативной активности свидетельствует об определенной их зависимости.

Э т а п D₂. Личинки днем отходят в открытую часть пруда. Утром и днем в питании доминируют пелагиальные формы ракообразных (*Bosmina*, *Ceriodaphnia* и др.), вечером (21 ч) – личинки хирономид и двукрылых, обитающих в зарослевой зоне пруда. Наивысшие индексы наполнения кишечника и, следовательно, наивысшая интенсивность питания наблюдаются с 9 до 12 ч и с 15 до 18 ч – 101 и 156 ‰ соответственно. Уровень активности карбогидраз на этом этапе в утренние и дневные часы значительно

Т а б л и ц а 1

Суточная динамика уровня ферментативной активности в кишечнике молоди синца

Дата	Этап развития	Длина тела, мм	Масса рыб, мг	Уровень ферментативной активности в разное время суток											
				6 ч		9 ч		12 ч		15 ч		18 ч		21 ч	
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
25 У	D ₁	14.2	13.0	3.74	189.6	-	-	4.18	216.3	10.40	548.4	6.58	244.4	11.73	275.6
31 У	D ₂	15.6	28.2	9.14	186.7	7.30	211.9	9.14	266.7	13.60	325.9	15.90	351.9	11.16	229.8
8 У1	E	18.1	60.0	6.54	55.6	7.76	70.3	7.39	64.8	8.12	60.0	3.64	72.2	4.36	233.3
15 У1	F	23.4	91.0	3.89	133.3	3.42	181.5	5.06	74.1	3.77	103.7	3.06	138.9	6.24	185.2
22 У1	G	27.0	188.8	11.50	75.9	12.60	185.2	11.40	296.3	5.61	211.1	6.06	455.6	17.57	148.1
Среднее значение активности ферментов				7.0±1.6	106.8±26.8	7.8±2.3	162.2±35.4	7.4±1.4	183.6±46.3	8.3±2.0	249.8±98.0	7.1±2.6	252.6±77.0	10.2±2.6	214.4±25.5

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2: 1 - общая амилалитическая активность, $\text{мМ} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, 2 - активность щелочной фосфатазы, $\text{мМ} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$.

Т а б л и ц а 2

Суточная динамика уровня ферментативной активности в кишечнике мальков окуна

Дата	Этап развития	Длина тела, мм	Масса рыб, мг	Уровень ферментативной активности в разное время суток											
				6 ч		9 ч		12 ч		15 ч		18 ч		21 ч	
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
8 У1	F	24.5	133	4.24	192.6	3.03	177.7	4.0	185	4.12	163.5	3.03	194.5	2.79	203.7
15 У1	G	27.5	270	2.83	318.5	3.30	444.4	2.71	259.3	1.88	167.7	4.83	314.8	1.88	244.4
Среднее значение активности ферментов				3.50	255.6	3.20	311.1	3.40	222.2	3.00	165.1	3.90	254.6	2.30	224.2

выше, чем на этапе D_1 , причем во второй половине дня выше, чем в первой. Активность щелочной фосфатазы изменяется не так значительно. Для обоих ферментов максимум активности совпадает со вторым пиком интенсивности питания и отмечается в 18 ч.

Э т а п Е. Мальки днем держатся единой стайей на участке пруда, не заросшем растительностью. В их питании доминирует *Bosmina longirostris*. Для этого этапа характерна одновершинная кривая интенсивности питания с максимумом в 18–21 ч, когда личинки синца отходят к берегу и в их пище преобладают крупные зарослевые рачки *Sida crystallina* и *Eurycercus* sp., а также личинки хирономид. Индексы наполнения кишечника в эти часы составляют 105,7 ‰. Уровень амилалитической активности, напротив, выше в первой половине дня. Активность щелочной фосфатазы максимальна в 21 ч.

Э т а п F. Мальки держатся в открытой части пруда. Спектр питания такой же, как на предыдущем этапе, однако, общее потребление пищи снижается. Наблюдается два пика пищевой активности – в 9 и 18 ч. Индексы наполнения кишечника равны 86,5 и 64 ‰. Уровень амилалитической активности в 12 и 21 ч почти в 2 раза выше, чем в остальные сроки. Уровень щелочной фосфатазы максимален в 9 и 21 ч.

Э т а п G. Один подъем интенсивности питания отмечался в период с 9 до 12 ч (индекс наполнения кишечника равен 133 ‰). В остальные сроки наблюдения значения этого показателя близки. Уровень амилалитической активности высок в утренние часы и в 21 ч, щелочной фосфатазы – в период от 9 до 18 ч включительно.

Таким образом, сопоставление данных по интенсивности питания молоди синца и уровню ферментативной активности в разное время суток не позволяет обнаружить четкой зависимости между исследуемыми показателями. Однако на некоторых этапах (D_1 , D_2 , F и G) отмечалось частичное совпадение динамики трофологических и энзимологических характеристик. Причем максимум последних, особенно в вечерние часы, часто сдвинут вправо.

Молодь окуня исследовали на этапах F и G, когда мальки еще в значительной мере потребляют планктонные организмы и спектр их питания близок к таковому планктофагов. Вместе с тем, как правило, уровень амилалитической активности у них приблизительно в 2 раза ниже, чем у синца, а щелочной фосфатазы, напротив, – выше (табл. 2).

Э т а п F. Молодь в основной массе питается планктонными организмами, но некоторые особи начинают хищничать (окунь как хищник отмечен в 21 ч.). Мальки-планктофаги потребляют личинок веслоногих рачков, взрослых ветвистоусых – *Bosmina*, личинок хирономид, жуков, ручейников. В утренние и вечерние часы молодь образует стайки и откармливается у берега в зарослях. В дневные часы – с 9 до 18 ч – доминируют рачки, в 6 и 18 ч – личинки насекомых. В эти же сроки отмечались пики пищевой активности (индексы наполнения кишечника равны 148,7 и 160 ‰). Наибольшие значения амилалитической активности отмечены в 6, 12

и 15 ч, в вечерние часы наблюдается спад. Уровень активности щелочной фосфатазы в 6, 18 и 21 ч несколько выше, чем в другие сроки.

Э т а п G. Поведение и объекты питания те же, что и на этапе F. Подъем или пик пищевой активности наблюдался в 6 ч и в период с 18 до 21 ч. Индексы наполнения кишечника в это время соответствовали 151.2 и 187.1 ‰. Максимум амилолитической активности отмечен в 18 ч, щелочной фосфатазы – в 6, 9 и 18 ч.

Итак, при исследовании окуня, так же как и при исследовании синца, отмечалась слабая зависимость между интенсивностью питания и уровнем ферментативной активности.

В заключение необходимо остановиться на следующем. При сравнении ферментативной активности карбогидраз в кишечниках синца и окуня более высокий уровень амилолитической активности отмечен у синца. Ранее было показано, что уровень амилазы у взрослых особей синца почти в 7 раз выше, чем у окуня [2]. Полученные данные показывают, что различия в уровне карбогидраз появляются в раннем онтогенезе и с увеличением возраста рыб усиливаются. Последнее свидетельствует о значительном влиянии состава пищи на уровень активности карбогидраз.

Л и т е р а т у р а

1. В а с н е ц о в В.В. Этапы развития костистых рыб. – В кн.: Очерки по общим вопросам ихтиологии. М.; Л., 1953, с. 207–218.
2. К у з ь м и н а В.В. Адаптация пищеварительной системы к типу питания у рыб разных экологических групп (на примере активности карбогидраз у рыб Рыбинского водохранилища). – В кн.: Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. Л., 1977, с. 174–186.
3. У г о л е в А.М., И е з у и т о в а Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз. – В кн.: Исследование пищеварительного аппарата у человека. Л., 1969, с. 192–196.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 591.132.05 : 597

И.Л. Г о л о в а н о в а

ИНТЕНСИВНОСТЬ ВСАСЫВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ САХАРОВ В КИШЕЧНИКЕ ДВУХЛЕТНИХ КАРПОВ

Цель настоящего исследования – изучение интенсивности всасывания различных сахаров на всем протяжении кишки карпа (*Cyprinus carpio* L.).

Работа выполнена в течение 1982–1983 гг. на 65 экз. карпа средней массой 100 г, адаптированных к жизни и питанию

в аквариумах при температуре 16–18 °С. Кормление проводили комбикормом 1 раз в сутки в 16 ч. Для исследования аккумуляции сахаров применялся метод прошитых полосок [1]. В качестве субстратов использовали 10 мМ растворы глюкозы, галактозы, фруктозы, мальтозы, сахарозы, лактозы и раствор растворимого крахмала в концентрации 1.8 г/л. Инкубацию полосок кишки проводили в течение 60 мин при 20 °С в условиях оксигенации. Концентрацию гексоз определяли методом Нельсона в модификации А.М. Уголева и Н.Н. Иезуитовой [4] и выражали в миллимолях на 100 мг массы кишки в расчете на свободную воду ткани с последующей статистической обработкой результатов.

В экспериментах на голодных карпах отмечался четко выраженный градиент аккумуляции исследованных моно- и дисахаридов (см. таблицу).

В случае моносахаридов наблюдается повышение интенсивности всасывания во второй половине кишки. Следует отметить резкое падение транспорта глюкозы в преанальном участке.

Резорбция продуктов гидролиза дисахаридов увеличивается в дистальном направлении, что совпадает с характером распределения активности амилаз, адсорбированных на структурах слизистой кишечника карпа [2]. Уровень аккумуляции продуктов гидролиза мальтозы достоверно превышает таковой для сахарозы и лактозы лишь в первых пяти участках ($p < 0.1$). В преанальном участке транспорт продуктов гидролиза сахарозы достоверно выше по сравнению с таковыми мальтозы и лактозы ($p < 0.02$). Максимальные значения превышают минимальные для мальтозы в 2.3 раза, для сахарозы в 3 раза, для лактозы в 2 раза.

Для продуктов гидролиза полисахарида крахмала не выявлено четкого градиента аккумуляции.

В экспериментах на сытых карпах показано смещение максимума всасывания моносахаридов в более проксимальные участки. Резорбция глюкозы и галактозы у них возрастает в большей степени в третьем–шестом участках. Аккумуляция продуктов гидролиза мальтозы и сахарозы на всем протяжении кишки (исключение составляет преанальный участок, где различия недостоверны) у сытых карпов достоверно выше таковой у голодных рыб. При этом характерно более резкое падение транспортной мощности преанального участка по сравнению с участком, характеризующимся максимальным уровнем: в 2.8 и в 2.2 раза для сахарозы и мальтозы у сытых и в 2.3 и 1.7 раза у голодных карпов соответственно.

Таким образом, при исследовании аккумуляции различных сахаров в кишке карпа выявлено наличие сходных градиентов для моно- и дисахаридов. Максимальные транспортные мощности единицы массы кишки отмечены в седьмом и восьмом участках для всех исследованных сахаров, кроме фруктозы, максимум всасывания которой находится в двенадцатом участке. Сравнение характера градиента аккумуляции сахаров в кишечнике голодных и сытых карпов показало, что изменение функционального состояния рыб сопровождается не только повышением уровня резорбции глюкозы,

Уровень аккумуляции сахаров в различных участках кишки карпа, мМ/100 мг

Субстрат	Участок кишки					
	1	2	3	4	5	6
Глюкоза	$\frac{8.6 \pm 0.7}{14.3 \pm 2.0}$	$\frac{10.6 \pm 2.1}{18.4 \pm 1.1}$	$\frac{11.9 \pm 1.5}{24.6 \pm 2.8}$	$\frac{13 \pm 1.8}{28 \pm 3.9}$	$\frac{11.3 \pm 1.1}{28.4 \pm 3.7}$	$\frac{13.3 \pm 1.8}{20.3 \pm 3.6}$
Фруктоза	$\frac{6.6 \pm 1.2}{7.3 \pm 3.2}$	$\frac{6.8 \pm 1.3}{7.4 \pm 2.8}$	$\frac{8.5 \pm 0.8}{9.5 \pm 1.0}$	$\frac{9.1 \pm 1.2}{10.6 \pm 1.4}$	$\frac{10.1 \pm 1.1}{12 \pm 1.4}$	$\frac{9.2 \pm 1.2}{13.5 \pm 1.6}$
Галактоза	$\frac{7.2 \pm 0.9}{15.1 \pm 1.6}$	$\frac{6.3 \pm 1.4}{22.7 \pm 2.0}$	$\frac{8.1 \pm 2.4}{22.7 \pm 1.7}$	$\frac{8.7 \pm 0.9}{28.4 \pm 3.2}$	$\frac{9.6 \pm 1.7}{28.7 \pm 2.9}$	$\frac{10.1 \pm 1.1}{26.6 \pm 4.0}$
Мальтоза	$\frac{8.2 \pm 0.9}{16.5 \pm 1.8}$	$\frac{10.1 \pm 1.5}{21.9 \pm 2.8}$	$\frac{11.7 \pm 1.1}{21.4 \pm 1.8}$	$\frac{13.0 \pm 1.2}{22.3 \pm 1.3}$	$\frac{14.7 \pm 1.3}{26.0 \pm 2.0}$	$\frac{11.2 \pm 1.9}{25.6 \pm 3.8}$
Сахароза	$\frac{3.3 \pm 0.8}{9.4 \pm 1.6}$	$\frac{5.9 \pm 1.5}{14.7 \pm 3.9}$	$\frac{5.7 \pm 1.2}{13.9 \pm 2.8}$	$\frac{5.6 \pm 1.8}{20.2 \pm 4.7}$	$\frac{8.7 \pm 1.4}{21.0 \pm 3.4}$	$\frac{8.8 \pm 1.6}{20.1 \pm 2.9}$
Лактоза	$\frac{5.5 \pm 0.4}{-}$	$\frac{5.7 \pm 0.3}{-}$	$\frac{5.5 \pm 1.0}{-}$	$\frac{7.4 \pm 0.7}{-}$	$\frac{10.0 \pm 1.0}{-}$	$\frac{9 \pm 1.9}{-}$
Крахмал	$\frac{5.5 \pm 0.7}{-}$	$\frac{6.5 \pm 1}{-}$	$\frac{7.7 \pm 0.5}{-}$	$\frac{8.1 \pm 0.9}{-}$	$\frac{8.6 \pm 1.5}{-}$	$\frac{7.9 \pm 0.9}{-}$

Т а б л и ц а (продолжение)

Субстрат	Участок кишки					
	7	8	9	10	11	12
Глюкоза	$\frac{12.5 \pm 1.0}{20.8 \pm 3.2}$	$\frac{15.4 \pm 1.2}{27.2 \pm 1.9}$	$\frac{14.0 \pm 0.9}{24.5 \pm 4.4}$	$\frac{12.8 \pm 1.6}{21.2 \pm 4.4}$	$\frac{11.1 \pm 0.9}{19.4 \pm 1.9}$	$\frac{6.9 \pm 0.8}{14.3 \pm 3.7}$
Фруктоза	$\frac{10.2 \pm 0.4}{12.4 \pm 2.0}$	$\frac{10.7 \pm 1.0}{16.9 \pm 5.7}$	$\frac{11.1 \pm 1.3}{11 \pm 2.6}$	$\frac{11.0 \pm 0.9}{12.6 \pm 3.7}$	$\frac{12.5 \pm 1.0}{10 \pm 1.8}$	$\frac{16.4 \pm 2.1}{8.7 \pm 1.8}$
Галактоза	$\frac{13.3 \pm 2.6}{28.7 \pm 2.6}$	$\frac{16.8 \pm 3.6}{24.0 \pm 2.6}$	$\frac{14.0 \pm 2.7}{23.6 \pm 2.9}$	$\frac{17.0 \pm 4.4}{21.0 \pm 2.5}$	$\frac{16.0 \pm 3.0}{18.4 \pm 2.4}$	$\frac{13.7 \pm 2.5}{9.7 \pm 1.8}$
Мальтоза	$\frac{16.1 \pm 2.8}{27.2 \pm 4.4}$	$\frac{18.6 \pm 4.1}{29.9 \pm 1.5}$	$\frac{13.3 \pm 3.7}{22.4 \pm 3.3}$	$\frac{12.2 \pm 2.8}{22.8 \pm 3.2}$	$\frac{12.6 \pm 4.0}{19.9 \pm 3.3}$	$\frac{11.1 \pm 1.3}{13.7 \pm 1.2}$
Сахароза	$\frac{10.7 \pm 1.7}{22.5 \pm 1.7}$	$\frac{10.5 \pm 1.7}{22.1 \pm 3.1}$	$\frac{8.2 \pm 1.9}{18.9 \pm 2.4}$	$\frac{8.2 \pm 1.6}{16.8 \pm 1.9}$	$\frac{6.8 \pm 1.2}{14.3 \pm 2.9}$	$\frac{4.6 \pm 0.8}{8.1 \pm 2.0}$
Лактоза	$\frac{9.5 \pm 0.9}{-}$	$\frac{11.9 \pm 1.8}{-}$	$\frac{11.5 \pm 2.0}{-}$	$\frac{9.3 \pm 1.4}{-}$	$\frac{10.6 \pm 2.7}{-}$	$\frac{11.9 \pm 2.7}{-}$
Крахмал	$\frac{9.7 \pm 1.4}{-}$	$\frac{8.6 \pm 2.5}{-}$	$\frac{8.8 \pm 2.6}{-}$	$\frac{9.0 \pm 2.3}{-}$	$\frac{7.6 \pm 2.0}{-}$	$\frac{9.9 \pm 1.5}{-}$

П р и м е ч а н и е. Над чертой - для голодных рыб, под чертой - для сытых рыб.

галактозы, мальтозы, сахарозы, но и сдвигом максимума аккумуляции моносахаридов в проксимальном направлении. Аналогичные результаты были получены ранее в работах на млекопитающих [3].

Сопоставление всасывания сахаров в кишечниках карпа и леща позволяет отметить некоторое сходство в характере градиентов тех и других: 1) наличие максимума аккумуляции в седьмом и восьмом участках для всех исследованных сахаров, кроме фруктозы; 2) отсутствие четко выраженного градиента для полисахарида крахмала. Однако у леща в отличие от карпа характер градиента аккумуляции моносахаридов существенно отличается от такового для дисахаридов. Кроме того, отмечено значительное превышение уровня аккумуляции галактозы (по сравнению с глюкозой и фруктозой) и продуктов гидролиза мальтозы (по сравнению с сахарозой и лактозой) на всем протяжении кишечника леща.

По всей вероятности, обнаруженное у рыб-бентофагов увеличение транспортной мощности единицы массы дистальных участков кишки может рассматриваться как адаптация к характеру питания и к уменьшению диаметра кишки.

Л и т е р а т у р а

1. Р о щ и н а Г.М. Особенности всасывания углеводов у некоторых видов костистых рыб. – Журн. эволюц. биохимии и физиологии, 1981, т. 17, № 1, с. 93–94.
2. Т р о ф и м о в а Л.Н., Ш е р б и н а Т.В., Ш е р б и н а М.А. Соотношение ферментовыделительной и резорбтивной функции пищеварительного тракта у двухлетков карпа. – В кн.: Экологическая физиология рыб: Тез. докл. Киев, 1976, т. 2, с. 107–109.
3. У г о л е в А.М. Мембранное пищеварение: Полисубстратные процессы, организация и регуляция. Л., 1972. 357 с.
4. У г о л е в А.М., И е з у и т о в а Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз. – В кн.: Исследование пищеварительного аппарата у человека. Л., 1969, с. 192–196.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Л.Н. Невалённый

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ВСАСЫВАНИЯ УГЛЕВОДОВ В КИШЕЧНИКЕ ЛЕША *ABRAMIS BRAMA* (L.) В РАЗЛИЧНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА

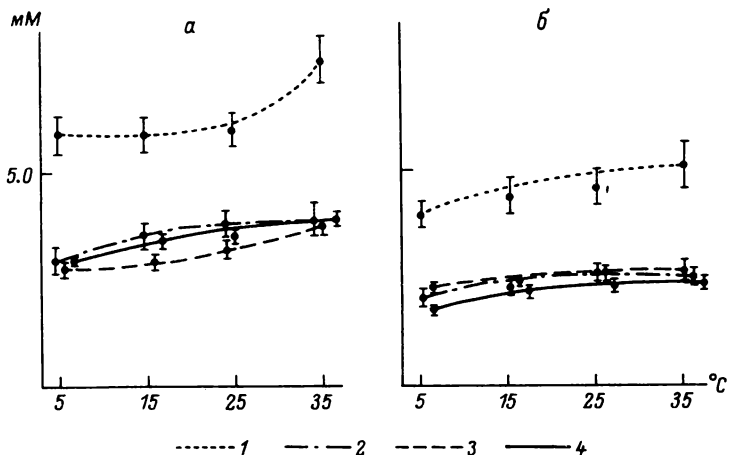
В последнее время в связи с необходимостью решения ряда теоретических и прикладных проблем питания и пищеварения рыб внимание исследователей привлекает вопрос о влиянии температуры на интенсивность транспортного процесса в кишечнике рыб. Ранее отмечалось, что температура оказывает существенное влияние на транспорт нутриентов через апикальную мембрану эпителиальных клеток кишечника рыб. Так, повышение температуры вызывает усиление абсорбции ряда углеводов у линя (*Tinca vulgaris* L.) [2], бычка (*Gobius paganellus* L.) [4] и других видов рыб. В то же время некоторые авторы [3, 5] отмечали, что в узком диапазоне температур, соответствующих температуре среды обитания пойкилотермных животных, влияние этого фактора на интенсивность всасывания мономеров (глюкозы, глицин) не обнаруживается. Данные о сезонной динамике интенсивности всасывания продуктов гидролиза пищевых веществ отсутствуют.

В связи с этим цель работы состояла в изучении сезонных изменений интенсивности всасывания некоторых углеводов в кишечнике рыб в широком диапазоне температур.

Работа выполнена в 1982–1983 гг. на леще (*Abramis brama* (L.)) Рыбинского водохранилища. Использовался метод прошитых полосок: отрезки среднего отдела кишки, предварительно промытого 20 мл охлажденного раствора Рингера для холоднокровных животных (рН 7.3), длиной 3.5–4 см делили на продольные полоски, которые прошивали с одного конца и подвешивали в сосуды таким образом, чтобы весь отрезок был погружен в раствор, содержащий субстрат. Инкубацию полосок проводили в течение 60 мин при 5, 15, 25 и 35 °С. В качестве субстрата использовали глюкозу (10 мМ) и мальтозу (10 мМ). Интенсивность аккумуляции глюкозы в препаратах определяли глюкозооксидазным методом Горющенко в модификации А.М. Уголева и Н.Н. Иезуитовой [1]. Данные подвергались статистической обработке по методу Стьюдента и Фишера.

Показано, что при инкубации отрезка кишки в растворе мальтозы интенсивность аккумуляции глюкозы в препаратах достоверно выше, чем при инкубации его в растворе глюкозы. Отмеченные различия связаны с тем, что концентрация глюкозы, образующейся в результате гидролиза 10 мМ раствора мальтозы, превышает количество свободной глюкозы.

Данные об изменении интенсивности аккумуляции глюкозы в различные сезоны года при инкубации отрезка кишки в растворе



Влияние температуры на интенсивность аккумуляции глюкозы при инкубации отрезка кишки в растворе мальтозы (а) и глюкозы (б) в различные сезоны года.

1 - зима; 2 - весна; 3 - лето; 4 - осень. Вертикальные линии - стандартная ошибка среднего. По оси ординат - концентрация глюкозы; по оси абсцисс - температура инкубации.

мальтозы представлены на рисунке, а. Повышение температуры от 5 до 35 °C вызывает увеличение интенсивности аккумуляции глюкозы во все сезоны года (зима - от 5.79 ± 0.45 до 7.54 ± 0.56 мМ, весна - от 2.79 ± 0.32 до 3.86 ± 0.37 , лето - от 2.83 ± 0.17 до 3.66 ± 0.22 , осень - от 2.98 ± 0.10 до 3.86 ± 0.12 мМ). Усиление транспортного процесса в указанном диапазоне температур составляет приблизительно 23% для всех сезонов года. Однако в интервале температур от 5 до 25 °C (весной до 35 °C) различия в уровне абсорбции глюкозы статистически недостоверны. При этом наиболее близкие значения отмечены в интервале температур от 15 до 25 °C (весной в диапазоне 25-35 °C): зима - от 5.82 ± 0.40 до 5.87 ± 0.38 мМ, весна - от 3.76 ± 0.28 до 3.86 ± 0.37 , лето - от 3.03 ± 0.19 до 3.21 ± 0.25 , осень - от 3.41 ± 0.18 до 3.47 ± 0.19 мМ. Дальнейшее возрастание температур от 25 до 35 °C приводит к увеличению интенсивности всасывания, что особенно наглядно проявляется зимой (зима - от 5.87 ± 0.38 до 7.54 ± 0.56 мМ, лето - от 3.21 ± 0.25 до 3.66 ± 0.23 , осень - от 3.47 ± 0.19 до 3.86 ± 0.12 мМ).

Интересно отметить, что интенсивность аккумуляции глюкозы при инкубации отрезка кишки в растворе мальтозы весной, летом и осенью находится приблизительно на одном уровне - в диапазоне 2.83 ± 3.86 мМ. В зимний период происходит резкое статистически достоверное усиление интенсивности аккумуляции глюкозы во всем диапазоне исследуемых температур.

Данные об изменении интенсивности аккумуляции глюкозы в различные сезоны года при инкубации отрезка кишки в растворе глюкозы представлены на рисунке (6). При увеличении температуры от 5 до 35 °С, как отмечалось и для вышеприведенных опытов, происходит увеличение интенсивности аккумуляции глюкозы во все сезоны года (зима - от 4.01 ± 0.28 до 5.07 ± 0.52 мМ, весна - от 2.12 ± 0.21 до 2.70 ± 0.25 , лето - от 2.30 ± 0.11 до 2.63 ± 0.18 , осень - от 1.79 ± 0.09 до 2.42 ± 0.16 мМ). Это увеличение составляет 21% зимой и весной, 13% - летом и 26% осенью. Как показывают эти цифры, весной, летом и осенью интенсивность аккумуляции глюкозы находится приблизительно на одном уровне, в диапазоне 1.79–2.70 мМ. В зимний период процесс всасывания протекает значительно сильнее.

В заключение необходимо отметить, что с увеличением температуры скорость ферментативной реакции растет до определенного предела, связанного с денатурацией белковых молекул. Этим можно объяснить увеличение интенсивности аккумуляции глюкозы в кишечнике леща при возрастании температуры от 5 до 35 °С, при инкубации отрезка кишки как в растворе мальтозы, так и в растворе глюкозы. В диапазоне температур от 15 до 25 °С интенсивность аккумуляции глюкозы находится приблизительно на одном уровне. Эти данные согласуются с данными, имеющимися в литературе, полученными на других видах рыб, и свидетельствуют о том, что в узком диапазоне температур, соответствующем температурам среды обитания рыб, влияние изменения температуры на интенсивность всасывания мономеров не наблюдается [3, 5]. Особого внимания заслуживают результаты, демонстрирующие достоверное усиление интенсивности аккумуляции глюкозы в зимний период по сравнению с другими сезонами года. По-видимому, отмеченное возрастание интенсивности аккумуляции глюкозы свидетельствует о существовании компенсаторных механизмов, позволяющих пищеварительной системе рыб функционировать при низкой температуре.

Л и т е р а т у р а

1. Уголев А.М., Иезуитова Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз. - В кн.: Исследование пищеварительного аппарата у человека. Л., 1969, с. 192–196.
2. Cordier D., Mourice A., Chané I. Influence de la température sur l'absorption intestinale des oses chez la Tanche (*Tinca vulgaris*). - C. r. Soc. biol., 1954, N 15, p. 1417–1418.
3. Escoubet P., Boge L., Rigal A. Comparaison de l'absorption intestinale de glycocolle et du glucose chez la truite (*Salmo gairdnerii* R.) a différentes températures. - Ann. Inst. M. Pavia, 1973, N 6, p. 37–44.

4. H e r r e r a L., J o r d a n a R. The effect of temperature and absence of sodium on the oxygen uptake, water and D-galactose transfer by the intestinal sacs of fish *Gobius paganellus* L. - Rev. Exp. Physiol., 1973, vol. 29, N 1, p. 83-88.
5. S m i t h L. Intestinal aminoacid transport in the marine teleost, *Haemulon plumieri*. - Compar. Biochem. Physiol., 1969, vol. 30, N 6, p. 1115-1123.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 551.481.1 (474.5)

Э.И. Ж у к а й т е

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОДОЕМОВ НА ПРИМЕРЕ ОЗЕР ЛИТОВСКОЙ ССР

Для проведения мероприятий по рыбоводству, в частности по улучшению кормовой базы, с целью рационального использования малых водоемов необходимо определить их природные типы.

Долгое время при составлении перспективных планов по развитию рыбоводства на озерах Литвы применялась геометрическая классификация, по которой эти водоемы по средним и максимальным глубинам были разделены на четыре группы: глубокие, среднеглубокие, неглубокие и мелководные [7]. По мнению авторов данной классификации, глубина водоема определяет особенности его термического и гидрохимического режимов. На этом основании для каждой группы озер составлена краткая гидробиологическая характеристика.

Однако многолетние температурные исследования на малых озерах Литвы показали, что геометрическая глубина не может служить основой для их типизации, поскольку в различных озерах, но с одинаковой глубиной, существуют совершенно разные условия, в одних случаях характерные для глубоких, в других - для среднеглубоких, а иногда и мелководных водоемов [3].

В. Хомскис [8] разработал новую термоглубинную классификацию малых озер, построенную на основе показателя Δt , значение которого зависит не только от геометрической глубины, но и от ограниченности воздействия ветра на поверхность озера и от формы его котловины. $\Delta t = t_n - t_z$, где t_n - температура придонного слоя воды в период летней термической стагнации, а t_z - температура этого слоя зимой, при наличии ледяного покрова. Автор выделил четыре группы озер.

- 1) Термически очень глубокие - $\Delta t \approx 0^\circ \text{C}$.
- 2) Термически глубокие - $0.5^\circ \text{C} < \Delta t \leq 5^\circ \text{C}$.
- 3) Термически среднеглубокие - $5^\circ \text{C} < \Delta t \leq 15^\circ \text{C}$.
- 4) Термически мелководные - $\Delta t \approx 20^\circ \text{C}$.

Для каждой из этих групп дана краткая термическая характеристика. Термоглубинная классификация озер, по мнению Хомсписа [8], должна основываться на многолетних средних значениях Δt . Если оценивать озера по этой классификации, то хорошо выделяются водоемы разных термических групп. Однако в одних озерах той же самой термической группы (особенно в первых двух) такой режим занимает преобладающее положение, а в других - всего лишь незначительную часть от объема водных масс, не оказывающую большого влияния на жизнь озер.

При проведении мероприятий по рыбоводству и акклиматизации гидробионтов необходимо знать реально существующий термический режим отдельных водоемов.

В лимнологической практике наибольшее внимание уделяется озерам со стратифицированной водной массой. В них обычно выделяют отдельные температурные слои - эпи-, мета- и гипolimнион, т.е. термические зоны [1], мощность которых выражается в метрах [2, 6, 10, 11, 12]. Однако до сих пор не встречено работ, где была бы сделана попытка оценить мощность водных масс этих зон не только качественно, но и количественно, т.е. в абсолютных и относительных величинах.

Для этой цели необходимо иметь батиметрическую карту крупного масштаба (1 : 5000, 1 : 10000) с густой сетью изобат (в зависимости от глубины водоема) 1-5 м, по которой определяются площади и объемы водных масс отдельных изобатных поверхностей и составляется таблица площадей и объемов водоема и данные детальных температурных измерений в период летней термической стагнации (в климатических условиях Литвы - от середины июля до середины августа). Учитывая особенности конфигурации береговой линии, величину акватории, рельеф и форму озерной котловины, положение главной оси по отношению к преобладающим ветрам, подбираются вертикали для температурных измерений. Температура воды измеряется в разных частях озера на вертикали максимальной глубины, а также на вертикалях преобладающих глубин как можно в более короткое время (в течение нескольких часов) сериями глубоководных опрокидывающихся термометров или точными электротермометрами, предназначенными для измерения температуры воды глубинных слоев, через каждый 1 м, а на границе резких ее перепадов - через 0.5 м. В малых озерах простой конфигурации таких вертикалей может быть две-три, а в озерах с расчлененным рельефом озерной котловины - гораздо больше для установления термического режима отдельных частей водоема.

На основе данных температурных измерений, по величине и ходу вертикального градиента температуры воды определяется толщина отдельных термических зон и устанавливается их средняя мощность в метрах для всего водоема. Затем, пользуясь данными вышеупомя-

Объемы (V) водных масс, занимаемые температурными слоями эпи- (Е), мета- (М) и гипolimниона (Г) и холодной зоной - температура меньше или равна 8 °C в период летней термической стагнации в озерах Литовской ССР

Озеро и год исследований	Пло- щадь, га	Глубина, м		V, м ³ · 10 ³	Температурные слои - Е,М,Г				Δt, °C	Зона, °C ≤ 8		
		макси- маль- ная	сред- няя		м	V		м		V		
						м ³ · 10 ³	%			м ³ · 10 ³	%	
<u>Шакарвай</u> 1962, 1977-1980	79.5	40	16.5	13147.5	0-4.7 4.7-9.2 9.2-40	3419.3 2696.2 7032	25.9 20.6 53.5	1.1	9.5-40	6855	52.2	
	391.4	37	13.9	54704	0-6.9 6.9-9.9	22724.3 8241	41.5 15.1	3.1				
					9.9-37	23738.7	43.4					
<u>Лушай</u> 1962, 1977-1980	454.6	23.5	6.9	31409.5	0-5.3 5.3-8.8 8.8-23.5	19201.1 6919.4 5289	61.2 22 16.8	3.4	11.4- 23.3	2510.6	7.9	
Жеймянис					1962, 1963 1977, 1980							

нutoй таблицы площадей и объемов водных масс, в абсолютных (в метрах кубических) и относительных (в процентах) определяются объемы водных масс, занимаемых отдельными термическими зонами.

Во избежание ошибок температурные исследования должны основываться на многолетних данных (не менее 2–3 лет), так как термический режим отдельных озер в разные годы может меняться. Однако следует отметить, что диапазон колебания температур придонных слоев воды глубоких озер обычно незначительный.

По данным многолетних температурных исследований (около 20 лет), проведенных на озерах Литвы [3–5], установлено, что водоемы, в которых в период летней термической стагнации температура придонных слоев воды в глубинных частях колеблется в пределах 4–6 °C, но не превышает 7 °C, характеризуются устойчивой дифференциацией температурных слоев, а в озерах, в которых в данный период температура упомянутых слоев воды достигает 8 °C, дифференциация температурных слоев неустойчивая. На основании этого для отдельных водоемов определены зоны, где температура воды меньше или равна 8 °C (см. таблицу). Результаты показали, что озера по Δt , принадлежащие к группе термически глубоких, резко различаются между собой. Из указанных примеров видно, что термоглубинная классификация не полностью отражает реально существующий термический режим.

Пользуясь предлагаемым способом, можно определить объемы водных масс и для других термических зон желаемых температур. При комплексных исследованиях водоемов его можно применять и для определения вертикального распределения гидрохимических ингредиентов, а также некоторых гидробионтов и их биомассы.

Определение для конкретных водоемов отдельных термических зон, а также других показателей позволит с большей точностью оценить перспективы рыбоводно-акклиматизационных мероприятий, особенно в отношении стенотермных видов гидробионтов, и даст возможность рационально использовать водоемы для рыбоводства, и, следовательно, способствовать улучшению кормовой базы, что послужит повышению их биологической продуктивности.

Л и т е р а т у р а

1. Богословский Б.Б. Озероведение. М., 1960. 336 с.
2. Богословский Б.Б., Муравейский С.Д. Очерки по озероведению. Л., 1955. 176 с.
3. Жукайте Э. Некоторые гидрофизические черты озер бассейнов рек Жеймена и Швентойи. – В кн.: Тр. XII. науч. конф. по изуч. внутренних водоемов Прибалтики. 1965 г. Вильнюс, 1968, с. 18–24.
4. Жукайте Э. Термический режим озер Дуся, Галстас, Шлавантас и Обялия. – В кн.: Лимнологическая характеристика озер Дуся, Обялия, Галстас и Шлавантас. Вильнюс, 1978, с. 42–62.

5. Ж у к а й т е Э.И. Термический режим озер Лушай и Шакарвай в период летней термической стагнации в 1978 г. – Тр. АН ЛитССР. Сер. Б, 1980, т. 6 (121), с. 83–91.
6. З а й к о в Б.Д. Очерки по озероведению. Л., 1955. 272 с.
7. М о с е в и ч Н.А., М а н ю к а с И.Л. Исследование некоторых озер Литовской ССР и перспективы их рыбохозяйственного использования. – Тр. АН ЛитССР. Сер. Б., 1956, т. 2, с. 105–125.
8. Х о м с к и с В. Динамика и термика малых озер. Вильнюс, 1969. 204 с.
9. B e r n a t o w i c z S. Thermal types of lakes in north-eastern Poland. – Ekol. pol., 1981, vol. 29, N 4, p. 585–594.
10. (H u t c h i n s o n D.) Х а т ч и н с о н Д. Лимнология. М., 1969. 592 с.
11. R i c h t e r D., N e u b e r t W., K l a m t A. Temperatur und Warmehaushalt des thermisch balasteten Stechlin- und Nehmitzsees. – Abh. Meteorol. Dienst. DDR, 1979, N 123 (B 16), S. 1–40.

Институт зоологии
и паразитологии АН Литовской ССР

УДК 556.555.4 (47)

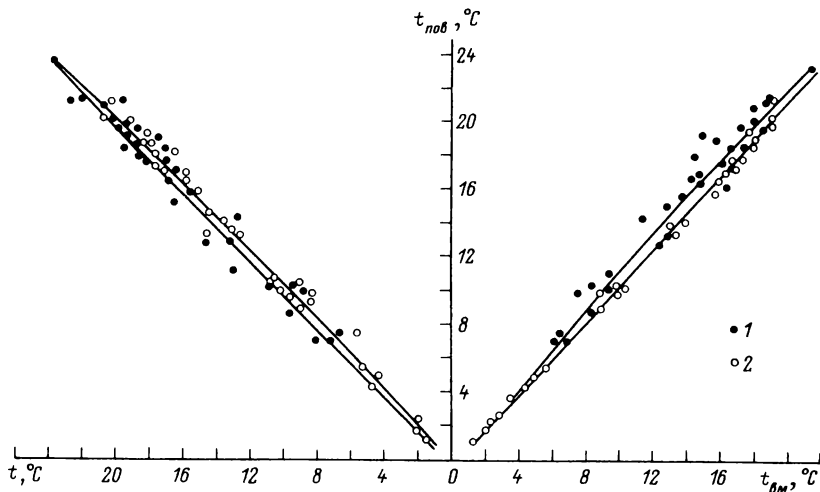
В.В. Я к у б а у с к а с, Р.Ю. Я н у к е н е н е

ВЗАИМОСВЯЗЬ ОСНОВНЫХ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОЗ. ДРУКШАЙ

В связи со строительством Игналинской АЭС на берегу оз. Друкшай – будущего водоема-охладителя возникла необходимость изучения особенностей его естественного гидротермического режима. Подогрев воды озера во время работы АЭС влияет не только на эффективность работы самой электростанции, но также затрагивает ряд важных экологических проблем.

Оз. Друкшай – самое большое из озер Литвы. Оно находится в северо-восточной ее части. Это – среднеглубокий водоем. Длина его береговой линии при НПУ составляет 60.5 км, площадь зеркала – 49 км², объем водной массы – 0.37 км³, средняя глубина – 8.2 м, наибольшая глубина – 33.3 м.

Цель данной работы состояла в том, чтобы показать особенности естественного гидротермического режима оз. Друкшай и определить взаимосвязь между средними температурами вод в прибрежной части озера (t), в поверхностном слое ($t_{\text{пов}}$) и средней температуры водной массы ($t_{\text{вм}}$).



Связь среднесуточной температуры воды в прибрежной части со средней температурой поверхностного слоя озера и средней температурой его водной массы.

1 – период весенне-летнего нагревания; 2 – период осеннего охлаждения.

Определение $t_{\text{пов}}$ и $t_{\text{вм}}$ связано с большими затратами времени и средств, но необходимо для гидротермических расчетов. Поэтому целесообразно эти характеристики определять по температуре воды в прибрежной части водоема, измеряемой на озерных постах. В условиях искусственного подогрева это позволяет оценить преобразования гидротермического режима озера.

В работе использованы материалы термосъемок, которые проводились в безледный период Лабораторией гидрологии Института физико-технических проблем энергетики, с 1974 по 1982 г. также материалы термосъемок и наблюдений на гидрометеорологическом посту Пятришке проектировщиков АЭС.

Температурные съемки выполнялись с борта скоростного катера „Амур” малоинерционным электротермометром типа МТ-54М 2–3 раза в месяц. Продолжительность одной съемки около 3 ч. Поверхностные температуры измерялись на семи поперечных сечениях в 66 точках, глубинные – на 20 фиксированных вертикалях.

Для каждой съемки средняя поверхностная температура определялась методом планиметрирования карт изотерм каждой термосъемки. Для вычисления средней температуры водной массы средняя температура каждого горизонта определялась как среднеарифметическая всех промеров. Далее эта температура определялась как средневзвешенная по объему каждого горизонта.

Средняя температура поверхностного слоя каждой термосъемки была сопоставлена со средней температурой воды прибрежной части

озера. Связь близка к прямолинейной (см. рисунок). В период весенне-летнего нагревания (апрель-июль) линия связи незначительно отклоняется от прямой вправо, поскольку вода у берега прогревается быстрее, чем поверхность всей акватории озера. В период осеннего охлаждения (август-декабрь) неглубокий прибрежный слой воды остывает быстрее по сравнению с поверхностным слоем, излучающим тепло, аккумулированное всей толщей воды.

Связь между $t_{\text{пов}}$ и $t_{\text{вм}}$ озера (см. рисунок) в период весенне-летнего нагревания нелинейная, так как вода поверхностного слоя озера нагревается быстрее, чем вся водная масса. Разброс точек к концу этого периода довольно большой, поскольку условия нагревания воды в разные годы варьируют в довольно большом диапазоне. В период осеннего остывания разброс точек около прямой связи небольшой – температура поверхности воды обуславливается температурой водной массы. Начиная с температур $7-9^{\circ}\text{C}$ температуры поверхностного слоя и водной массы озера уравниваются. Под ледяным покровом, когда $t_{\text{пов}}$ близка к 0°C , $t_{\text{вм}}$ достигает 0.6°C .

Таким образом, пользуясь совмещенным графиком температуры воды, измеренной у берега озера, можно определить основные гидротермические характеристики озера. В условиях искусственного подогрева озера сбросными теплыми водами Игналинской АЭС рекомендуется по этому графику определять естественные гидротермические характеристики озера, определив прибрежную температуру воды по озеру-аналогу.

Институт физико-технических
проблем энергетики АН Литовской ССР

УДК 556.556

Н.Н. Ф и л а т о в

ТУРБУЛЕНТНОЕ ПЕРЕМЕШИВАНИЕ В ОЗЕРАХ

Распределение гидробионтов, химических элементов в озере во многом определяется гидрологической структурой его вод, многообразием турбулентных процессов, существующих в озере, которые генерируются при неустойчивости струйных течений, обрушении поверхностных и внутренних волн, конвекции. Многообразие механизмов генерации турбулентности приводит к формированию сложного спектра пульсаций гидрофизических процессов и к трудностям расчета характеристик турбулентности – скорости диссипации турбулентной энергии ϵ , кинетической энергии b , коэффициентов турбулентной вязкости (обмена).

При наличии нескольких дискретных зон энергоснабжения скорость диссипации турбулентной энергии ϵ и коэффициенты гори-

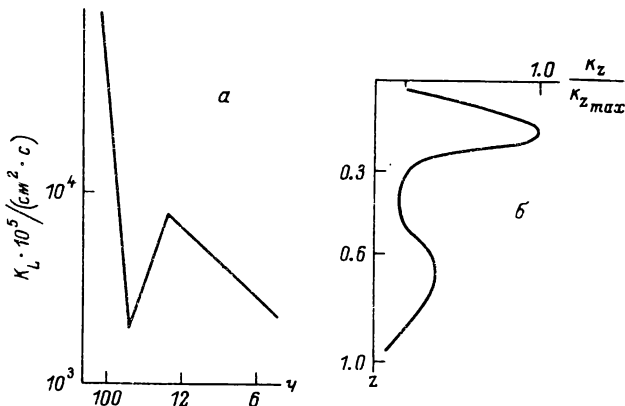


Рис. 1. Зависимость коэффициента перемешивания от масштаба явления (а), от глубины (б).

горизонтального турбулентного обмена K_L не имеют плавной зависимости от масштаба явления (рис. 1, а). Так, коэффициенты K_L по данным, полученным на озерах Ладожском, Гурон и Онтарио [2], имеют абсолютные значения в пределах $(0.1-9) \cdot 10^5 \text{ см}^2/\text{с}^{-1}$. Рассчитать коэффициенты горизонтального обмена можно несколькими методами, например по формулам Колмогорова, Буссинеска, Эртеля-Штокмана или Хессельберга [2]. Оригинальный метод расчета без привлечения дополнительных гипотез предложил Л.М. Галкин [1]. Анализ закономерностей изменения средней скорости \bar{u} и K_L от берега к центру в озерах Гурон [4] и Ладожское [2, 3] позволил выделить две зоны. От берега по направлению к центру озера средняя скорость \bar{u} постепенно увеличивается, а K_L уменьшается. На расстоянии нескольких километров от берега отмечается прибрежный поток с максимальными скоростями течений. Дальше от берега скорость течений постепенно падает, а K_L возрастает. Первая зона названа прибрежным слоем трений, ширина ее зависит от наклона дна и стратификации. Вторая зона называется внешним пограничным слоем, в ней в спектре течений доминируют инерционные колебания.

Скорость диссипации турбулентной энергии для крупномасштабной области спектра по оценкам данных озер Ладожское [3], Гурон [2], Лох-Несс [7] имеет величины $(6.1-28) \cdot 10^{-3} \text{ см}^2/\text{с}^{-3}$.

Исследования мелкомасштабной турбулентности на озерах Ладожском, Онтарио, Лох-Несс и Тахо [3, 5-8] позволили сделать вывод о том, что при поступлении энергии извне турбулентность обладает чертами, присущими квазидвумерной; спад энергии в спектре течений имеет наклон -3 , а при прекращении поступления энергии он приобретает вид, типичный для трехмерной локально-изотропной турбулентности, подчиняющейся закону $-5/3$. Приблизительный вид зависимости напряжений Рейнольдса τ_{ij} и k_z по глубине z при

гомотермии имеет два максимума. Один находится в верхнем слое, другой – у дна (рис. 1, б).

Подтверждения того, что турбулентностью определяется распределение гидробионтов в озерах, получены в работах Палмера и Поуелла [6, 7]. Повелл [7] по экспериментальным измерениям течений, концентрации хлорофилла и видового состава водорослей в оз. Тахо рассчитал спектры пульсаций этих характеристик. Спектральная структура течений и хлорофилла для волн менее 100 м оказалась одинаковой. Область спектра с масштабами (10^3 – 10^4) см хорошо аппроксимируется законом $-5/3$, а в области масштабов (10^2 – 10^3) см в спектре пульсаций хлорофилла существует небольшой максимум. В условиях устойчивой стратификации вод средние размеры пятен фитопланктона имеют тесную корреляцию с интегральным масштабом турбулентности [5]. Распределение зеленых водорослей коррелирует с малыми масштабами турбулентных неоднородностей, а диатомовых – с большими. Существенное влияние на распределение гидробионтов оказывает микроструктура вод по вертикали.

При параметризации вертикального турбулентного обмена в моделях циркуляции вод используют два подхода: интегральный и дифференциальный. Первый дает лишь представление об интегральных характеристиках турбулентности по вертикали в зависимости от скорости ветра и глубины. Однако как показали эксперименты [3], k_z не явно зависит от глубины, а связан с устойчивостью вод, сдвигом средней скорости и другими факторами. При расчете циркуляции вод в последнее время вместо формулы Манка–Андерсена используют формулу Обухова

$$k_z = \alpha h \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2 - \frac{g}{\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial z}},$$

где α равна 0.05, а h – толщина эпилимниона. В рамках дифференциального подхода можно детально рассчитать характеристики турбулентности по вертикали [3].

Как показали численные эксперименты на диагностической модели озер Севан и Ладожское [3], общая циклоническая циркуляция вод в озерах определяется в основном совместным эффектом бароклинности, рельефа дна и ветра (СЭБИР и В). При этом в эпилимнионе существенное значение в формировании течений имеет вертикальный турбулентный обмен, а ниже эпилимниона возрастает роль горизонтального турбулентного обмена, относительный вклад которого с глубиной увеличивается.

Как показали наблюдения на озерах Севан, Эри, Иссык-Куль, в течение сезона в центральной части озер может отмечаться подъем вод гипolimниона. В работе [4] такой подъем вод в оз. Эри на 1.3 м объясняется турбулентностью, генерированной сдвиговой неустойчивостью в придонной области, вовлечением снизу вод термоклина. Подъем вод гипolimниона на несколько метров в оз. Севан связан с вертикальными упорядоченными движениями. По данным

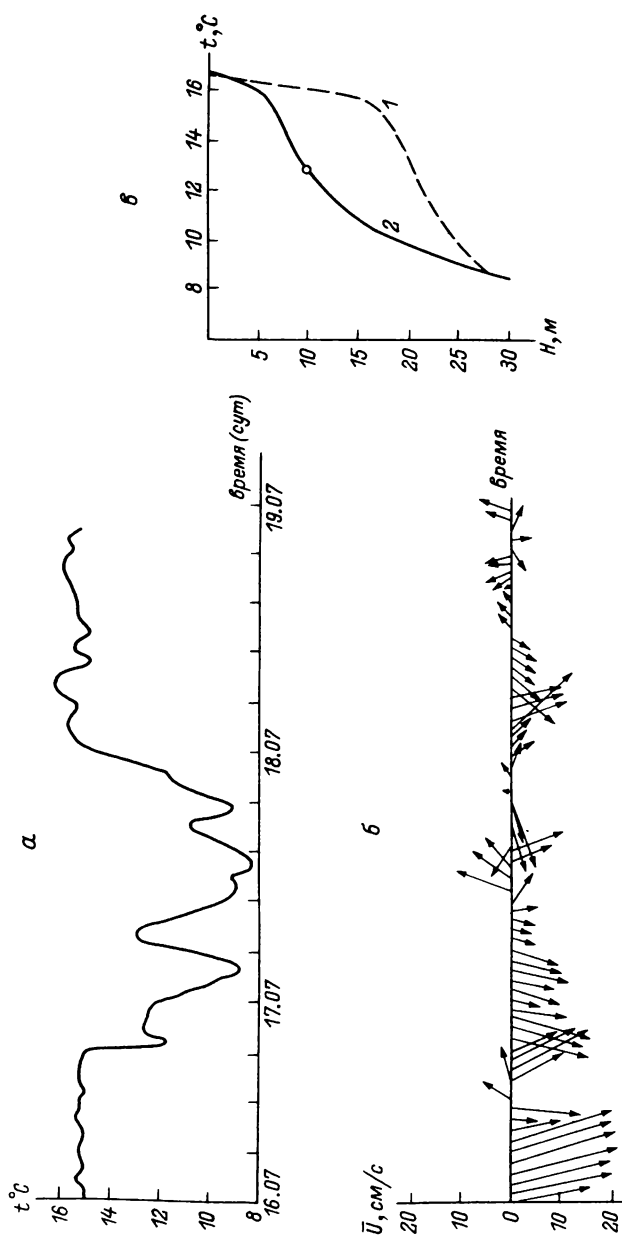


Рис. 2. Изменчивость во времени течений (б), температуры воды (а) на горизонте 10 м и распределение температур воды (в) при заглублении (пунктир) и подъеме гипопимниона в центральной части оз. Севан.

измерений течений и температуры воды измерителями АСИТТ на буйковых станциях, установленных в прибрежной и центральной частях озера, в весенне-осенний период 1983-1984 гг. удалось отметить квазипериодическое усиление относительной завихренности, связанной с синоптической изменчивостью атмосферных процессов (рис. 2). Вначале при усилении ветра ($v_{\alpha} > 5$ м/с) за половину инерционного периода $0.5 T_{ин}$ (примерно 8 ч) наблюдается максимальное перемешивание и заглубление термоклина. При напряжении трения ветра 1 дин/см^2 , частоте Вайсяля-Брента $N = 7 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ по формуле Полларда и др. [3] $h_m = 2^{3/4} v_* (fN)^{-1/2}$ была получена оценка максимальной толщины верхнего слоя, которая составляла 20 м. При дальнейшем усилении ветра не происходит заглубления термоклина, отмечается развитие общей циркуляции вод циклонического характера с максимумом скорости течений до 50 м/с. Полное развитие циркуляции заканчивается через 1-2 сут, а за счет вертикальных движений ($\bar{W} = 10^{-2} \text{ см/с}$) происходит взаимное приспособление циркуляции вод и гидрологической структуры. Скорость вовлечения u_b , оцененная по формуле $u_b = \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\rho_0 u_*^3}{\nu g \Delta \rho h_{cp}}$, становится меньше вертикальной составляющей скорости $u_b < \bar{W}$, и отмечается подъем вод гипolimниона. Так, например, в июле 1984 г. температура воды в центре озера уменьшилась с 15°C до 9°C за половину инерционного периода, при этом на термоклине возникли короткопериодные и инерционные внутренние волны, которые существовали до начала следующего цикла усиления общей циркуляции вод.

Квазипериодическая интенсификация циклонической циркуляции приводит к формированию на поверхности озера локальных термических фронтов в зоне основного потока, которые препятствуют горизонтальному перемешиванию. В зоне между основным потоком и берегом формирование верхнего слоя может описываться в рамках локальных моделей [4], за исключением районов прибрежного апвеллинга.

Л и т е р а т у р а

1. Г а л к и н Л.М. Динамика экологических систем. Новосибирск, 1981. 130 с.
2. М ю р т и С.Р., Ф и л а т о в Н.Н. Изменчивость течений и коэффициенты горизонтального турбулентного обмена в озерах. Океанология, 1981, т. 21, вып. 3, с. 447-451.
3. Ф и л а т о в Н.Н. Динамика озер. Л., 166 с.
4. I v e y G.N., B o u s e F.M. Entrainment by bottom currents in Lake Erie. - Limnol., Oceanol., 1982, vol. 27 (6), p. 1030-1038.
5. M u r t h y C.R., D u n b u r D.S. Coastal boundary layer characteristics at Douglas point, Lake Huron. - J. Physical Oceanogr., 1982, vol. 17, p.18-32.

6. Palmer M. Some seaurments of near surface turbulence in the depth direction and some phytoplankton implications. - J. Great Lakes Res., 1982, vol. 7 (2), p. 172-181.
7. Powell T. Spatial scales of currents and phytoplankton biomass fluctuations in Lake Tahoe. - Science, 1975, vol. 189, p. 1088-1089.
8. Thorpe S.A. Turbulence and mixing in Scottish Loch. - Phil. Trans. Roy. Soc. London, A, 1977, vol. 286, p. 17-181.

Институт озераведения АН СССР

УДК 579.822.15

О.А. Дульцева, Н.А. Лаптева

ВЫДЕЛЕНИЕ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ СКОЛЬЗЯЩИХ НИТЧАТЫХ БАКТЕРИЙ

Представители скользких нитчатых бактерий сем. Cytophagaceae обитают в почве, пресных и морских водоемах, но до сих пор остаются одной из наименее изученных групп микроорганизмов. Известно лишь, что они очень гетерогенны по своей физиологии. Их классификация до рода основана на кратких морфологических описаниях, так как в распоряжении исследователей имеется лишь по 3-5 видов чистых культур каждого рода.

Это связано с тем, что их часто упускают из вида во время выделения: во-первых, из-за применения богатых питательных сред, во-вторых, они растут слабо, располагаются по поверхности агара и трудно отделяются от сопутствующих им микроорганизмов.

В настоящей работе приводится описание методов выделения и культивирования скользкой нитчатой бактерии.

Культуру нитчатой скользкой бактерии выделяли из проб воды, отобранных вместе с илом из канавы, в которую поступают очищенные бытовые стоки. Биоценоз нитчатых бактерий был представлен видами родов *Saprospira*, *Beggiatoa* и спирохилами.

Состав питательных сред для получения накопительных культур приведен в таблице. В качестве органического вещества мы использовали дрожжевой экстракт, триптон или гидролизат казеина „Дифко“. После стерилизации в питательную среду добавляли набор витаминов и микроэлементов по Левину [1] и Пфенингу [3]. Перед посевом pH слабой HCl доводили до 7.0-7.5. При выделении в чистую культуру нитчатых скользких бактерий рода *Saprospira* использовали среду 7 с добавлением агара „Дифко“ в расчете 10 г/л. Эту же среду применяли для культивирования выделенного вида.

В настоящее время для поддержания чистой культуры в активном состоянии мы используем среду с дрожжевым экстрактом и гидролизатом казеина с общим содержанием 700 мг/л (см. таблицу).

Присутствие скользких нитчатых бактерий в пробах выявляли прямым микроскопированием с применением фазового контраста. При наличии скользких нитей высевали 0.1–1 мл пробы взмученного ила на ряд жидких и полужидких сред (с 0.3%-ного агара „Дифко“), предложенных Прингсхеймом [4] (среда 4) и Левиным [2] (среды 1–3) и составленных нами (среды 5–8).

На средах 1–3 развития нитчатых бактерий не обнаружили. Слабый рост их наблюдали на среде 5. Поэтому в последующих посевах из последней среды мы исключили минеральные компоненты, а содержание в ней глюкозы, дрожжевого экстракта и гидролизата казеина увеличили в 2–3 раза (среда 6). На этой среде активно развивались нитчатые скользкие бактерии типа *Saprospira*, а в присутствии тиосульфата (200 мг/л) и виды *Beggiatoa*. При увеличении содержания каждого из органических веществ до 250 мг/л (среда 7) развитие указанных бактерий ускорилось. В результате были получены накопительные культуры родов *Saprospira* и *Beggiatoa*. Последняя при многочисленных пересевах погибла, а *Saprospira* длительное время поддерживалась на жидкой и полужидкой средах. В бактериальной пленке, образованной на поверхности среды сопутствующей микрофлорой (палочки разной величины, кокки, спироиллы), в большом количестве обнаруживали нити. Пересев на свежую среду производили через каждые 6 сут. При старении нити распадались на крупные неподвижные палочки.

Выделение чистой культуры *Saprospira* производили из трехсуточной накопительной культуры путем посева кусочка бактериальной пленки на агаризованную и жидкую среду 7. Посевы выдерживали при комнатной температуре.

Посев на жидкую и полужидкую среды производили по методу предельных разведений, и через 3 сут инкубирования из крайних пробирок, в которых обрывалась граница роста нитчатых бактерий, вновь брали пленку для следующего посева. После длительных пересевов посторонней микрофлоры развивалось меньше. При этом было замечено, что нити стали чаще прикрепляться к стенкам пробирок, а не к бактериальной пленке. В дальнейшем мы снимали со стенок обрастание петлей и наносили штрихом на агаризованную среду 7. Через 2 сут на поверхности агара по штриху наблюдался плотный рост сопутствующей микрофлоры с небольшим, едва заметным прозрачным краем, который образовали скользкие бактериальные нити. Петлей брали лишь край этой зоны и вновь засевали штрихом на плотную среду. При таком посеве исходили из наблюдений, что нити за счет активного движения по агару могут отползти от колоний сопутствующей микрофлоры. Прозрачные зоны роста с каждым рассевом увеличивались, и скольжение нитей стало более интенсивным. Чистую культуру удалось получить тогда, когда колонии стали снимать петлей с агара за чертой видимой зоны роста. Следует заметить, что при растирании посева шпателем нам не удалось получить



Морфология клеток скользящей нитчатой бактерии рода *Saprospira*.

Состав используемых питательных сред

Компонент, мг/л	Среда							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Дрожжевой экстракт	-	1000	500	50	50	150	250	350
Триптон	-	1000	500	-	-	-	-	-
Гидролизат казеина	1000	-	-	-	50	150	250	350
Глюкоза	1000	1000	-	-	100	200	250	-
Желатина	-	1000	-	-	-	-	-	-
Na-глицерофосфат	-	100	-	-	-	-	-	-
MgSO ₄ ·7H ₂ O	100	1000	-	50	75	-	-	-
KNO ₃	100	1000	-	-	-	-	-	-
CaCl ₂ ·2H ₂ O	100	1000	-	-	50	-	-	-
NaCl	-	1000	-	-	-	-	-	-
Трисс-буфер	1000	1000	-	-	-	-	-	-
K ₂ HPO ₄	-	-	-	-	30	-	-	-
KH ₂ PO ₄	-	-	-	-	40	-	-	-
Na ₂ HPO ₄	-	-	-	-	40	-	-	-
FeCl ₃	-	-	-	-	Следы	-	-	-
Вода природная	-	-	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Вода дистиллированная	1000	1000	-	-	-	-	-	-
pH	7.5	7.5	7.2	7.2	7.0	7.0	7.0	7.2
Витамины	[По: 2]	7.5	7.2	[По: 3]	[По: 3]	7.0	7.0	7.2
Микроэлементы	[По: 2]	7.5	7.2	[По: 3]	[По: 3]	-	-	7.2

культуры нитчатой скользкой бактерии. Позднее, при расщепе чистой культуры на агаризованную среду, выяснилось, что она не дает отдельных колоний, так как нити расползаются по всей чашке.

Ее чистота была проверена путем посева на ряд богатых сред: рыбо-пептонный агар (РПА) и РПА, разведенный в 10 раз, картофельный и голодный агар, приготовленные на природной воде с добавлением витаминов. Выделенная культура на предлагаемых средах не росла, колонии посторонней микрофлоры также не обнаружены. Чистота нитчатой скользкой бактерии была проконтролирована с помощью светового и электронного микроскопов. Морфология ее клеток приведена на электронном снимке (см. рисунок). Длина нитей в зависимости от условий культивирования варьирует от 10 до 230 мкм. По форме нити спиралевидные, активно скользкие по субстрату. При неблагоприятных условиях они прямые и не скользят. Выделенная культура интенсивно развивается в интервале температур 29–33 °C при pH 7–7.2 и поддерживается на агаризованной среде, содержащей по 350 мг/л дрожжевого экстракта и гидролизата казеина. Пересев на свежую среду производится каждые 3 сут. Но чистая культура может в течение месяца поддерживаться при комнатной температуре без пересева. Более подробное описание морфолого-физиологических свойств выделенной культуры будет представлено в следующей публикации.

Таким образом, нами была выделена чистая культура нитчатой скользкой водоросли, по основным признакам относящейся к роду *Saprospira*.

Л и т е р а т у р а

1. L e w i n R.A. *Saprospira grandis* Gross; and suggestions for reclassifying helical, apochlorotic, gliding organisms. – *Can. J. Microbiol.*, 1962, vol. 8, p. 555–563.
2. L e w i n R.A. Isolation and some physiological features of *Saprospira thermalis*. – *Can. J. Microbiol.*, 1965, vol. 11, p. 77–86.
3. P f e n n i n g N. Anreicherungskulturen für rote und grüne Schwefelbakterien. – *Zentr.-Bl. Bacteriol., Parasitenk., Infektionskrankh., Hyg.*, 1965, Abt. 1, suppl. 1, S. 179–189. (Приложение, S. 503–505).
4. P r i n g s h e i m E.G. The vitreoscillaceae: A family of colourless, gliding, filamentous organisms. – *J. Gen. Microbiol.*, 1951, vol. 5, p. 124–149.
5. R e i c h e n b a c h H., D w o r k i n M. Introduction to the Gliding Bacteria. – In: *The Prokaryotes*. Berlin, 1981, Bd 1, S. 315–327.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

IV Всесоюзный симпозиум по изучению органического вещества и биогенных элементов во внутренних водоемах (А.А. Былинкина, Б.А. Скопинцев).....	3
---	---

СООБЩЕНИЯ

Д у н а с в А.С. Некоторые пикнидиальные грибы на отмерших высших водных растениях водоемов бассейна Верхней Волги	5
Г е н к а л С.И., К у з ь м и н а А.Е. Новый род и вид <i>Stephanocostis chantaicus</i> Genkal et Kuzmina (Bacillariophyta)	8
Ш е р б а к В.И., Ж д а н о в а Г.А. Влияние планктонных ракообразных на размеры колоний водорослей	11
Б и с е р о в В.И., М и т р о п о л ь с к и й В.И. Состояние бентоса Рыбинского водохранилища в 1980-1982 гг.	14
И з ю м о в а Н.А., Ж а р и к о в а Т.И., С т е п а н о в а М.А. Видовой состав, численность и распределение дактилогирисов на жабрах леща (<i>Abramis brama</i> L.) р. Дунай	19
М а р к е в и ч Г.И. К фауне коловраток бассейна Рыбинского водохранилища	23
С л е с а р е в а Л.Е. Влияние температуры и концентрации пищи на величину рациона коловратки <i>Brachionus calyciflorus</i>	26
Ш е р б и н а Г.Х. Продукция <i>Stictochironomus crassiforceps</i> (K.) оз. Выштынецкого Калининградской области (Diptera, Chironomidae)	30
М и р н о в с к и й А.Н. К изучению морфологических различий плотвы и воблы	35
Л и н н и к В.Д. О пространственном распределении рыб в нерестовых притоках Рыбинского водохранилища	38
Х а л ь к о В.В., Б а з а р о в М.И., Д е р г а ч е в а Н.Г. О жизнестойкости молоди окуня различных экологических группировок. I. Биохимические признаки критического состояния сеголетков окуня	42
К у з ь м и н а В.В., С т р е л ь н и к о в а А.П. Активность пищеварительных ферментов синца и окуня в раннем онтогенезе	47
Г о л о в а н о в а И.Л. Интенсивность всасывания различных сахаров в кишечнике двухлетних карпов	50
Н е в а л ь н ы й А.Н. Влияние температуры на интенсивность всасывания углеводов в кишечнике леща <i>Abramis brama</i> (L.) в различные сезоны года	55

Ж у к а й т е Э.И. Определение термического режима водоемов на примере озер Литовской ССР	58
Я к у б а у с к а с В.В., Я н у к е н е н е Р.Ю. Взаимосвязь основных гидротермических характеристик оз. Друкшай	62
Ф и л а т о в Н.Н. Турбулентное перемешивание в озерах	64
Д у л ь ц е в а О.А., Л а п т е в а Н.А. Выделение яистой куль- туры скользящих нитчатых бактерий	69

CONTENTS

INFORMATION

The IV All Union Symposium on investigation of organic matters and biogenic elements in the inland reservoirs. (A.A. Bylinkina, B.A. Skopin-tsev)	3
---	---

ARTICLES

Dunaev A.S. Some pycnidial fungus on high water plants of the reservoirs of the Upper Volga basin	5
Genkal S.I., Kuzmina A.E. New genus and species <i>Stephanocostis chantaicus</i> Genkal et Kuzmina (Bacillariophyta)	8
Sherbak V.I., Zhdanova G.A. Influence of plankton crustaceans on dimensions of algae colonies	11
Bisero V.I., Mitropolsky V.I. State of the Rybinsk reservoir benthos in 1980-1982	14
Izumova N.A., Zharikova T.I., Stepanova M.A. Species composition, abundance and distribution of dactylogyrosis on gills of bream (<i>Abramis brama</i>) in the river Dunay	19
Markevitch G.I. To the fauna of rotifers of the Rybinsk reservoir basin	23
Slesareva L.E. Influence of temperature and food concentration on ration value of rotifer <i>Brachionus Calyciflorus</i>	26
Tscherbina G.Kh. Production of <i>Stictochironomus crassiforceps</i> (K.) of the lake Vyshtynetskoe of the Kalinin region (Diptera, Chironomidae)	30
Mironovskiy A.Kh. To study of morphological difference of roach and vobla	35
Linnik V.D. On spatial distribution of fishes on spawning tributaries of the Rybinsk reservoir	38
Khalko V.V., Basarov M.I., Dergatcheva N.G. On life stability of perch juveniles of various ecological groups. 1. Biochemical indications of critical state of perch fingerlings	42
Kuzmina V.V., Strelnikova A.P. Activity of digestive ferments of blue bream and perch in early ontogenesis	47

G o l o v a n o v a I.L. Intensity of various sugars absorption in intestine of two-years carps	50
N e v a l e n n y i A.M. Influence of temperature on intensity of carbohydrates absorption in bream Abra- mis brama L. intestine in various seasons	55
Z h u k a i t e E.I. Of determination of reservoirs ther- mal regime after the example of the Lithuanian SSR lakes	58
J a k u b a u s k a s V.V., J a n u k e n e n e P.Ju. Interrelation of main hydrothermic characteristics of the lake Drukshai	62
F i l a t o v N.N. Turbulent intermixing in lakes	64
D u l t s e v a O.A., L a p t e v a N.A. Secreting of pure culture of slimy filamentous bacteriums	69