

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**76**

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

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

**№ 76**



ЛЕНИНГРАД  
„НАУКА“  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
1987

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

Biology of Inland Waters  
Information Bulletin  
N 76

УДК 577.472(28)

Бюллетень содержит краткие информации по микрофлоре, высшей водной растительности и фауне ряда гидробионтов. Рассмотрены некоторые особенности физиологии и биохимии рыб. Ряд сообщений посвящен методике гидробиологических исследований.

Издание рассчитано на гидробиологов, ихтиологов, биохимиков, гидротаников.

О т в е т с т в е н н ы й   р е д а к т о р   В.А. Экзершев

Р е ц е н з е н т ы:   Г.А. Дубинина, В.И. Лукьяненко

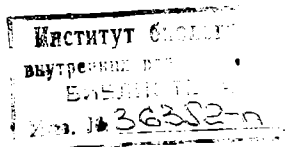
## БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 76

Утверждено к печати  
Институтом биологии внутренних вод  
Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина  
Технический редактор Т.В. Шаврина  
Корректор Э.Г. Рабинович

ИБ № 33014



Подписано к печати 20.11.87. М-17331. Формат 60х90 1/16. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5.00. Усл. кр.-от. 5.25. Уч.-изд. л. 4.88. Тираж 1050. Тип. зак. № 2227. Цена 75 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени  
издательство „Наука“. Ленинградское отделение.  
199034, Ленинград, В-34, Менделеевская лин., 1.

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

Б  $\frac{2001050100-706}{042(02)-87}$  214-87 - 1У © Издательство „Наука“, 1987 г.

## ГИДРОБОТАНИКА НА 14 ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЕ

Очередная 14 гидробиологическая школа, проходившая в г. Цимлянске Ростовской области с 26 мая по 1 июня 1986 г., впервые была посвящена водным растениям. В ней приняли участие 32 человека из 15 научных учреждений. Тематика заслушанных докладов и сообщений практически представляла все направления отечественной гидробиологии. Обсуждались методические вопросы изучения продуктивности водных фитоценозов, их структуры и интродукции отдельных видов. География и ценология водной растительности рассмотрена на примере Цимлянского, Днепровского и Шекснинского водохранилищ. Ряд докладов касался экологии макрофитов и их использования в качестве индикаторов загрязнения и непосредственно при очистке сточных вод. Внимание было уделено флоре естественных и искусственных водоемов и индивидуальной охране видов и растительных сообществ.

Доклады отличались информативностью и достаточно высоким уровнем, что определило большой интерес и активное обсуждение. Участники отметили актуальность работ по изучению растительности водоемов. Вместе с тем указывалось на недостаток справочной литературы по макрофитам, в том числе специализированных определителей.

Были проведены практические занятия, в частности с выездом на Цимлянский водохранилище, где участники познакомились с характером зарастания. В целом намеченная программа была выполнена. Четкой и слаженной работе во многом способствовала ее бесценный организатор и руководитель В.М. Круглова, сумевшая создать творческую обстановку для дискуссий и обмена мнениями.

В резолюции отмечена целесообразность проведения дальнейших гидробиологических школ и включения в их тематику вопросов изучения высшей водной растительности. Следует отметить, что гидробиология в СССР — сравнительно молодая быстро развивающаяся наука. Масштабы работ по изучению высшей водной растительности естественных и искусственных водоемов возрастают. В этом отношении данная школа будет способствовать дальнейшему расширению гидробиологических исследований и их координации.

А.И. Кузьмичев, Г.Ф. Ляшенко

УДК 582.28 (204)

И.О. Солнцева, Г.И. Виноградова,  
Л.В. Воронин

# ЧИСЛЕННОСТЬ И ВИДОВОЙ СОСТАВ ГРИБОВ В ОЗЕРАХ ДАРВИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Исследуемые нами озера относятся к разряду так называемых кислых озер с рН воды 3,3–4,7. Это чрезвычайно низкоминерализованные водоемы [1].

Микофлору воды (44 пробы) и рыб (пробы с поверхности тела и жабр, содержимого кишечника 10 экз. окуня) исследовали в мае 1985 г. Применяли методы отпечатков и глубинного посева [4, 7]. Выделили 40 штаммов дрожжей и более 200 грибов с гифальной структурой строения таллома. Общий счет бактерий проводили по методу Разумова.

Проведенный анализ свидетельствует о значительном содержании диаспор грибов и о меньшей по сравнению с мезотрофными водоемами численности бактерий в условиях низких значений рН воды (табл. 1) (например, в Рыбинском водохранилище при значении рН 7,3 численность бактерий составляет 2100 тыс. кл./л) [2]. Количество бактерий в воде исследованных озер соизмеримо с численностью бактерий в водоемах олиготрофного и дистрофного типов [5].

В кислых озерах Дарвинского заповедника по сравнению с водоемами мезотрофного типа общее содержание диаспор и видовое разнообразие соответствует или несколько выше, однако их родовой состав в первых значительно беднее (табл. 2) [6].

При достаточно высоком общем уровне заспоровенности рыб (в среднем количество диаспор составило 37,8 на 1 см<sup>2</sup> поверхности тела; 52,3 – на 1 г жабр и 12,7 – в 1 г содержимого кишечника) выявлен бедный родовой и видовой состав их микофлоры.

На окуне широко распространенными оказались дрожжи (особенно *Rhodotorula*) и представители 4 родов грибов с гифальной структурой строения таллома (табл. 3).

В дрожжевой флоре рыб было выявлено несколько больше родов и видов, чем в воде того же озера. Дрожжевая флора рыб включает следующие виды: *Candida tropicalis*, *C. krusei*, *Cryptococcus uniguttulatus*, *C. albidus*, *C. laurentii*, *C. flavus*, *C. informiniatus*, *Rhodotorula glutinis*, *R. graminis*, *R. rubra*, *Sporobolomyces holasticus*, *Torulopsis ernobii*, *Trichosporon* sp., *T. pullulans*, *Hansenula* sp., *Metschnikowia pulcherrima*.

Грибы на рыбе были представлены меньшим числом видов, чем в воде: *Cladosporium herbarum*, *Mortierella* sp., *Penicillium funiculosum*, *P. verrucosum* var. *cyclopium*, *Tricho-*

Т а б л и ц а 1

Численность грибов и бактерий в воде

Озеро	рН воды	Грибы.* диаспор/л	Дрожжи, кл./л	Общее чис- ло грибов, диаспор/л	Бактерии, тыс.кл./мл
Мотыкино	5,8	1880	3600	5480	1383
Дубровское	4,5	2100	5000	7100	488

\* Грибы с гифальной структурой строения таллома.

Т а б л и ц а 2

Частота встречаемости дрожжей и грибов с гифальной структурой строения таллома в воде озер Мотыкино и Дубровское

Род	Частота встречаемости, %	
	оз. Мотыкино	оз. Дубровское
<u>Дрожжи</u>		
Candida	4	0
Cryptococcus	4	4
Metschnikowia	4	0
Rhodotorula	87	90
Torulopsis	9	0
Trichosporon	8	4
<u>Грибы</u>		
Alternaria	13	15
Aureobasidium	0	10
Botrytis	13	0
Cladosporium	38	40
Mortierella	38	65
Penicillium	46	55
Phialophora	4	0
Saprolegnia	0	15
Thysanophora	8	35
Trichoderma	38	50
<u>Стерильные формы</u>	21	5

Т а б л и ц а 3

Частота встречаемости основных групп грибов на окуне  
в оз. Мотыкино

Род	Частота встречаемости, %		
	поверхность	жабры	кишечник
Дрожжи	90	100	80
Cladosporium	80	10	20
Mortierella	60	30	30
Penicillium	100	90	70
Trichoderma	30	20	40

*derma viride*, *T. koningi*, *Acremonium* sp., *Alternaria tenuis*, *Stemphylium botryosum*, *Chaetomium* sp., *Mucor mucedo*, *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*.

Следует отметить, что в составе основного комплекса грибов на окуне из оз. Мотыкино полностью отсутствуют представители рода *Phoma*, занимающие доминирующее положение на разных видах рыб в мезо- и евтрофных водоемах [3, 4]. Общим для микофлоры рыб из оз. Мотыкино и ряда мезо- и евтрофных водоемов является массовый род *Penicillium*. Однако в большинстве водоемов на рыбе этот род был представлен 5-6 доминирующими видами. На окуне из оз. Мотыкино было обнаружено только 2 вида этого рода — *P. verrucosum* var. *cyclopium* и *P. funiculosum*, причем последний, практически не встречавшийся на рыбе в других водоемах, явно преобладал не только над другими видами этого рода, но и в целом в микофлоре рыб.

Одной из главных отличительных особенностей микофлоры окуня из оз. Мотыкино является высокая частота встречаемости, особенно на поверхности тела и жабрах, представителей рода *Mortierella*. В то же время другие мукоральные грибы отмечены не были, за исключением единичной находки *Mucor* в кишечнике окуня.

В целом окунь из оз. Мотыкино характеризуется высоким уровнем заспоренности, а комплексы грибов, существующие на поверхности тела, жабрах и в содержимом кишечника, отличаются малым видовым разнообразием.

Таким образом, данные исследований, проведенных на кислых озерах Дарвинского заповедника, свидетельствуют о существенном влиянии условий среды на состав и особенности микофлоры воды и рыб. Хотя в данной микофлоре не было выявлено специфичных видов, особенности ее состава и соотношения доминирующих родов и видов свидетельствуют о том, что в условиях чрезвычайно низкой минерализации и закисления среды существует особый состав микофлоры воды и рыб, выражающийся, по-видимому, в преобладании ацидотолерантных видов или штаммов грибов.

1. В и н о г р а д о в Г.А., К о м о в В.Т. Особенности ионной регуляции окуня *Perca fluviatilis* (Percidae) в связи с проблемой закисления водоемов // Вопр. ихтиологии. 1985. Т. 25, вып. 1.
2. В о л г а и ее жизнь. Л., 1978.
3. В о р о н и н Л.В. Микофлора леща водохранилищ Верхней и Средней Волги // Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов: Тез. докл. Казань, 1983.
4. В о р о н и н Л.В. Микофлора рыб дельты реки Дунай // Микология и фитопатология. 1984. Т. 18, вып. 4.
5. Л а п т е в а Н.А. Численность олигокарбофильных бактерий в пресных озерах // Пресноводные гидробионты и их биология. Л., 1983.
6. М и л ь к о А.А., З а х а р о в а Л.И. Заспоренность грибами воды реки Волги // Микология и фитопатология. 1976. Т. 10, вып. 5.
7. С о л н ц е в а И.О., В и н о г р а д о в а Г.И. Дрожжевая флора рыб Белого озера, Шекснинского и Рыбинского водохранилищ // Микробиол. журн. 1983. Т. 45, вып. 3.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 582.28-19(28)

И.О. С о л н ц е в а, Г.И. В и н о г р а д о в а,  
С.С. Н а г о р н а я

#### ДРОЖЖЕВАЯ ФЛОРА РЫБ ВОДОХРАНИЛИЩ КАМСКОГО КАСКАДА

Изучению дрожжевой флоры, сопутствующей рыбам, посвящен ряд работ [1, 2-4]. Основной состав дрожжей как в пресных, так и в морских водоемах представлен различными видами аспорогенных дрожжей. Как правило, выявленные дрожжи не являются причиной заболевания рыб, и большинство авторов отводит им роль комменсало-  
лов [5].

В настоящей работе приведены данные по исследованию микофлоры рыб из водохранилищ камского каскада, включающих Нижне-Камское, Камское и Воткинское водохранилища. Кроме того, обследованы устья рек Вишеры и Белой. Работа выполнялась в июне 1983 г.

Исследовали микофлору поверхности тела (1 см<sup>2</sup>), жабр (1 г) и содержимого кишечника (1 г) рыб. В местах отлова рыб отбирали пробы воды для фоновой микологического анализа. Обработку проб проводили по ранее описанным методам [2]. В общей сложно-



Т а б л и ц а 1

Численность клеток дрожжей на различных органах рыб

Место исследования	Число обследованных рыб, экз.	Численность клеток		
		поверхность тела, см <sup>2</sup>	жабры, г	кишечник, г
Нижне-Камское водохранилище	17	<u>31</u> 7-78	<u>49</u> 2-168	<u>30</u> 2-168
Р. Белая	20	<u>46</u> 5-96	<u>26</u> 4-89	<u>21</u> 2-42
Камское водохранилище	40	<u>64</u> 8-420	<u>66</u> 6-215	<u>16</u> 1-110
Воткинское водохранилище	80	<u>61</u> 8-420	<u>97</u> 2-820	<u>36</u> 2-183
Р. Вишера	10	<u>97</u> 46-110	<u>71</u> 23-108	<u>56</u> 2-201

П р и м е ч а н и е. Над чертой – среднее число клеток, под чертой – минимальное и максимальное число клеток в пробах.

сти было обследовано 167 экз. леща и выделено около 900 культур дрожжей.

Проведенный количественный учет микрофлоры рыб показал, что дрожжи встречаются во всех пробах, т.е. частота встречаемости их составляет 100%. Общим для всех водоемов камского каскада является повышенное число клеток дрожжей на поверхности (в среднем 60 кл./см<sup>2</sup>) и жабрах (в среднем 65 кл./г) по сравнению с содержимым кишечника рыб (в среднем 27 кл./г) (табл. 1). При этом прослеживается зависимость численности клеток от места отбора рыб. Так, на рыбах Воткинского водохранилища и устья р. Вишеры число клеток дрожжей на пробу выше, чем в остальных обследованных водоемах.

В воде количество дрожжей составляет в среднем 800 кл./л. Однако в районе г. Березники (Камское водохранилище), в устье р. Вишеры и в местах нефтяного загрязнения отмечено скопление дрожжей, где численность их достигает 6 млн.кл./л. В основном это представители родов *Rhodotorula* и *Candida*.

Анализ микрофлоры различных органов обследованных рыб показал, что по отношению к общему числу всех выявленных грибов на долю дрожжей в среднем приходится 80%. Основной процент дрожжевой флоры составляют аспорогенные дрожжи, относящиеся к родам *Rhodotorula*, *Candida*, *Cryptococcus*. Представители аскомицетовых дрожжей родов *Hansenula*, *Metschnikowia* встречаются эпизодически. Вычислен относительный показатель количества клеток каждого рода к общему количеству выявленных клеток дрожжей (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Показатель массовости родов дрожжей на органах рыб из водоемов камского каскада, %

Место исследо- вания	Candida		Cryptococcus		Hansenula		Metschnikowia		Kloeckeria		Rhodotorula		Sporobolomyces		Trichosporon	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Водохранилище: Нижнекамское Камское Воткинское	8	4	26	41	40	22	-	1	1	1	-	-	4	1	4	-
	10	3	31	8	34	3	3	1	1	1	-	-	5	1	4	2
	9	12	28	5	2	32	-	2	-	-	2	-	10	18	-	8
Река: Белая (устье) Вишера (устье)	7	12	26	46	42	48	-	-	-	3	-	-	5	6	2	4
	3	2	12	7	3	32	1	-	-	-	-	-	2	2	6	-

П р и м е ч а н и е. 1 - поверхность тела, 2 - жабры, 3 - содержимое кишечника.

Т а б л и ц а 3

Количество выявленных видов дрожжей на рыбах и в воде волжских и камских водохранилищ

Водохранилища	Candida	Cytheromyces	Cryptococcus	Debaryomyces	Hansenula	Kloeckeria	Metschnikowia	Pichia	Rhodotorula	Saccharomyces	Sporobolomyces	Torulopsis	Trichosporon
Волжские	7	1	5	1	1	1	1	1	7	2	1	3	2
Камские	2	-	3	-	1	1	1	-	3	-	1	-	2

В микрофлоре поверхности и жабр доминируют представители рода *Rhodotorula*. Исключение составляет микрофлора рыб Нижне-Камского водохранилища и устьях р. Белой, где доминируют 2 рода — *Rhodotorula* и *Cryptococcus*. Существенные различия в соотношении родового состава дрожжей (в процентах) обнаруживаются в содержимом кишечника рыб. Здесь достаточно высоко содержание дрожжей родов *Candida* и *Cryptococcus*, а доля дрожжей рода *Rhodotorula*, хотя и остается довольно высокой, все же значительно ниже, чем на поверхности тела и жабрах. Подсчет частоты встречаемости дрожжей рода *Rhodotorula* показал, что на поверхности тела и жабрах эта величина составляет 90–100%, тогда как в содержимом кишечника только 30%. Микрофлору кишечника леща в исследованных водоемах камского каскада в большинстве случаев составляют дрожжи родов *Candida*, *Cryptococcus* и *Trichosporon*.

Дрожжевая флора, выявленная на рыбах и в воде камских водохранилищ, представлена 14 видами: *Candida* *krusei*, *C. tropicalis*, *Cryptococcus* *albidus* var. *albidus*, *C. albidus* var. *diffuens*, *C. uniguttulatus*, *Hansenula* *anomala* var. *anomala*, *Kloeckera* *apiculata*, *Metschnikowia* *pulcherrima*, *Rhodotorula* *glutinis* var. *glutinis*, *R. rubra*, *R. minuta*, *Sporobolomyces* *roseus*, *Trichosporon* *cutaneum*, *T. pullulans*.

Ранее мы провели исследования микрофлоры рыб волжских водохранилищ. Средние значения числа клеток дрожжей на пробу в этих водоемах несколько ниже, чем на рыбах камских водохранилищ. При этом сохраняется такое соотношение: число клеток на поверхности тела и жабрах больше, чем в кишечнике. Видовой состав дрожжевой флоры рыб волжских водохранилищ по сравнению с рыбами камских водохранилищ разнообразнее. Всего на рыбах и в воде волжских водохранилищ выявлено 33 вида дрожжей. Значительно больше представителей доминантных родов, достаточно широко представлены аксомицетовые дрожжи (табл. 3).

Иными словами, микрофлора водохранилищ камского каскада по сравнению с микрофлорой волжских водохранилищ характеризуется повышенным числом клеток на пробу с меньшим разнообразием дрожжевой флоры. Кроме того, достаточно высока доля криптококков, составляющих в Нижне-Камском водохранилище и в устье р. Белой ту часть, которая позволяет говорить о содоминирующем положении на поверхности тела, жабрах и в содержимом кишечника рыб.

Возможно, что повышение численности дрожжей и ограничение разнообразия видов в камских водохранилищах вызывает наличие нефтяных пленок на поверхности воды и постоянное присутствие древесины в воде, связанное со сплавом леса.

1. К в а с н и к о в Е.И., Н а г о р н а я С.С., А р и с т о -  
в а М.В. Количественный и видовой состав дрожжей в организ-  
ме карпа и форели, выращиваемых в сбросовых водах Киевской  
ТЭЦ // Микробиол. журн. 1981. Т. 43, № 6.
2. С о л н ц е в а И.О., В и н о г р а д о в а Г.И. Дрожже-  
вая флора рыб Белого озера, Шекснинского и Рыбинского водо-  
хранилищ // Микробиол. журн. 1983. Т. 45, № 3.
3. B r u s e I., M o r r i s S.O. Psychrophilic  
yeasts isolated from marine fish // Antonie van Leeu-  
wenhoek. J. Microbiol and Serol. 1973. Vol. 39, N 2.
4. С о м и Г., R u f f o n i B., C a n t o n i C.,  
P e s i n o L. Indagin ecologia sui lieviti delle  
acque di allune speciedi pesci del lago Maggiore //  
Arch. vet. ital. 1983. Vol. 34, N 1-2.
5. (N a i s h G., H u g h G.) Нейш Г., Хьюз Г.  
Микоизы рыб. М., 1984.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

УДК 582.28-19(28)

Л.В. В о р о н и н

# МИКОФЛОРА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В настоящей работе приводится основной состав грибов с ги-  
фальной структурой строения таллома, выявленных на 4 видах рыб  
(лещ, плотва, судак, щука) Куйбышевского водохранилища, и дает-  
ся характеристика распространения их диаспор (грибные зародыши -  
фрагменты гиф и споры разных типов) на различных органах рыб.

Рыбу (половозрелые особи) отлавливали с помощью трала, не-  
вода и сетей в июле 1981 г. Исследовали микофлору поверхности  
тела (1 см<sup>2</sup>), жабр (1 г) и содержимого кишечника (1 г) по ме-  
тодике, описанной ранее [1]. Было исследовано 150 экз. рыб. Для  
фоновое микологического анализа в местах отлова рыбы с помощью  
багометра отбирали пробы воды (по 5 мл).

В ходе исследований выявлено 64 вида грибов, относящихся к  
27 родам (в основном представители Deuteromycotina). Зна-  
чительная часть отмечалась на рыбе единично и только представи-  
тели 5-8 родов более или менее постоянно присутствовали на раз-  
личных органах рыб. Основу комплекса грибов на поверхности тела  
всех исследованных видов рыб составляют всего 5 родов грибов:  
Phoma, Penicillium, Mucor, Fusarium, Trichoderma

## Т а б л и ц а 1

Состав основного комплекса грибов на поверхности тела рыб

Вид рыбы	Место отлова	Частота встречаемости грибов по родам, %					
		Phoma	Penicillium	Mucor	Fusarium	Saprolegnia	Trichoderma
Лещ	Волжский плёс	78(0.9)	44(0.6)	78(1.7)	11(0.1)	0(0)	22(0.3)
	Центральный плёс	55(6.7)	36(1.2)	65(1.3)	39(0.8)	36(0.8)	23(0.4)
	Камский плёс	100(11.9)	73(1.7)	33(0.5)	7(0.1)	20(0.7)	13(0.3)
	Черемшанский плёс	100(3.4)	86(3.0)	100(2.6)	71(1.1)	0(0)	43(1.1)
Плотва	Волжский плёс	89(3.9)	39(0.7)	39(0.8)	17(0.2)	0(0)	23(0.3)
	Черемшанский плёс	89(14.7)	72(1.4)	39(0.6)	22(0.4)	6(0.1)	50(0.5)
Судак	Камский плёс	90(1.6)	60(0.9)	80(2.5)	10(0.2)	0(0)	10(0.2)
Щука	То же	90(25.5)	40(4.0)	50(0.8)	20(0.3)	0(0)	0(0)

П р и м е ч а н и е. В скобках — среднее количество диаспор на 1 см<sup>2</sup>.

(табл. 1). В некоторых случаях к ним добавляются представители рода *Aureobasidium* (на леще Черемшанского залива – в 29% проб, на плотве Волжского плёса – в 11% проб).

Микофлора жабр исследованных видов рыб по родовому и видовому составу более разнообразна, чем микофлора поверхности тела. Так, на поверхности тела леща выявлено 15 видов грибов, на жабрах – 24, для плотвы эти показатели составляют соответственно 12 и 17, для судака – соответственно 13 и 18, для щуки – соответственно 13 и 17. Однако основной комплекс грибов на жабрах не зависит от вида рыбы и аналогичен комплексу на поверхности тела. В его состав входят *Phoma* (частота встречаемости 14–100%), *Penicillium* (32–87%), *Trichoderma* (7–44%), *Mucor* (7–57%), *Fusarium* (10–40%). Кроме того, в него чаще входят другие роды грибов: *Cladosporium* (на леще из Центрального плёса – 15%, на щуке из Камского плёса – 12%), *Mortierella* (на леще из Черемшанского залива – 14%), *Geotrichum* (там же – 14%), *Saprolegnia* (на щуке из Камского плёса – 20%), *Acremonium* (на плотве из Волжского плёса – 11%), *Aureobasidium* (на леще из Центрального плёса – 12%).

В содержимом кишечника исследованных видов рыб доминирующие грибы выявляются менее четко. Наибольшей частотой встречаемости характеризуются, как правило, грибы родов *Penicillium* (30–86%), *Mucor* (10–80%), *Trichoderma* (7–56%), *Phoma* (20–52%), а также *Aureobasidium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Mortierella*, *Acremonium*.

Различий по видовому составу грибов на поверхности тела, жабрах и в содержимом кишечника у разных видов рыб не обнаружено.

Частота встречаемости и массовость грибов различаются в зависимости от участка водохранилища. Это характерно и для суммарного уровня заспоренности рыб. Так, общее количество диаспор на поверхности тела леща из Волжского плёса составляет в среднем  $3,4 \pm 0,3$  на  $1 \text{ см}^2$  и значительно отличается от этого показателя для Камского ( $16,1 \pm 2,7$ ) и Центрального ( $12,0 \pm 1,7$ ) плёсов и Черемшанского залива ( $11,9 \pm 1,5$ ),  $t$  разности достоверно для  $P = 0,95$  [2]. Такие различия установлены и для суммарной заспоренности других видов рыб из разных участков водохранилища. Следует отметить также, что общий уровень заспоренности был выше у рыб, отловленных на мелководье, чем у рыб, отловленных в глубоководных участках водоема.

Константные роды грибов, составляющие основу микофлоры, были представлены ограниченным числом видов. Из 8 выявленных видов рода *Phoma* на всех обследованных рыбах доминировали прежде всего *Ph. glomerata* (Cda) Wr. et Hochsp., *Ph. eupyrena* Sacc., *Ph. medicaginis* Malbr. et Roum. var. *pino-della* (L.K. Jones) Boerema; несколько реже отмечались *Ph. exigua* Desm., *Ph. herbarum* West., *Ph. pomorum* Thuem. Под *Penicillium* был представлен 10 видами, но преобладали только *P. verrucosum* Dierckx var. *cyclopium* (West.) Samson, Stolk et Hadlok и *P. canascens* Sopp.

Т а б л и ц а 2

Основной состав микрофлоры воды Куйбышевского водохранилища

Плёт	Частота встречаемости грибов, %				
	Penicillium	Trichoderma	Cladosporium	Mucor	Rhizopus
Волжский	80(1.5)	67(0.9)	33(3.3)	13(0.1)	13(0.1)
Центральный	59(1.6)	35(0.8)	41(0.7)	18(0.5)	29(0.5)
Камский	85(2.0)	40(0.9)	40(1.7)	20(0.9)	20(0.3)

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Плёт	Частота встречаемости грибов, %				
	Aureobasidium	Phoma	Saprolegnia	Fusarium	Botrytis
Волжский	13(0.5)	7(0.1)	0(0)	0(0)	7(0.1)
Центральный	0(0)	0(0)	0(0)	18(0.1)	18(0.6)
Камский	25(4.3)	0(0)	15(0.2)	0(0)	5(0.1)

П р и м е ч а н и е. В скобках среднее количество диаспор в 5 мл.

В основной комплекс входят *Mucor circinelloides* van Tiegh., *Trichoderma viride* Pers. ex S.F. Grey, *T. koningi* Oud. Грибы, присутствующие на рыбе непостоянно, были представлены следующими видами: *Aureobasidium pullulans* (d By) Arn., *A. pullulans* (d By.) Arn. var. *melanigenum* Hermans-Nijhof, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Lk. ex Fr., *Mortierella hygrophyla* Linnemann, *Acremonium charticola* (Lindau) W. Gams, *Saprolegnia ferax* (Gruith.) Thuret.

Из 64 видов грибов, выявленных в составе микрофлоры рыб, только *Saprolegnia ferax*, *S. parasitica* Coker sensu Kanouse, *Phoma herbarum*, *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) Sacc. известны как возбудители болезней рыб [3-5], причем только один из них, *Phoma herbarum*, входит в число видов основного комплекса грибов на рыбе.

Было установлено, что диаспоры практически всех обнаруженных на рыбе грибов присутствовали в воде (табл. 2). Однако не всегда прослеживается прямая зависимость между частотой встречаемости их и массовостью на рыбе и в воде. Так, основным компонентом микрофлоры рыб являются грибы рода *Phoma* (табл. 1), в воде же Куйбышевского водохранилища они встречаются крайне редко (табл. 2).

Часто встречающиеся в воде диаспоры рода *Cladosporium* лишь в некоторых случаях играли заметную роль в микрофлоре рыб. Хотя состав микрофлоры рыб в конечном итоге определяется составом флоры грибов воды, по-видимому, диаспоры не всех грибов способны существовать на рыбе.

Таким образом, микрофлора рыб Куйбышевского водохранилища состоит из 3 групп грибов: узкой группы константных родов, составляющих основу комплекса грибов на рыбе, присутствие которых не зависит от вида рыбы и места ее обитания; непостоянных родов, которые могут входить в состав основного комплекса на том или ином органе рыбы в зависимости от ее местообитания; случайных родов в микрофлоре рыб, обнаруживаемых единично.

Изложенные результаты получили подтверждение при контрольных исследованиях, выполненных на тех же станциях в июле 1983 г.

### Л и т е р а т у р а

1. В о р о н и н Л.В. Микрофлора рыб дельты реки Дунай // Микология и фитопатология. 1984. Т. 18, вып. 4.
2. П л о х и н с к и й Н.А. Алгоритмы биометрии. М., 1980.
3. (N a i s h G., H u g h G.) Нейш Г., Хьюз Г. Микоизы рыб. М., 1984.
4. H ö r t e r R. Fusarium als Erreger einer Hautmykose bei Karpfen // Z. Parasitenkunde. 1960. Bd 20.
5. R o s s A.J., Y a s u t a k e W.T., L e e k S. Phoma herbarum, a fungal plant saprophyte as a fish pathogen // J. Fish. Res. Board Canada. 1975. Vol. 32, N 9.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 581.9(285.2)

Л.И. Л и с и ц ы н а, В.А. Э к з е р ц е в

К ФЛОРЕ ОЗЕР КАЛИНИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В 1984 г. была изучена флора ряда озер, расположенных в бассейне р. Западной Двины (Изванешское, Сельское, Котово, Большой Дербовеж, Малый Дербовеж, Улин и Кудинское) [1]. Эта работа явилась продолжением исследований флоры естественных водоемов Калининской области [2-4].



В таблице приводится список видов, зарегистрированных  
рали озер.

Флора озер

Вид	Озеро				
	Изванецкое	Сельское	Котово	Большой Дербовез	Малый Дербовез
<i>Fontinalis antipyretica</i> (L.) Hedw.	-	-	-	-	+
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	+	+	+	+	+
<i>Thelypteris palustris</i> Schott	+	-	+	+	-
<i>Typha latifolia</i> L.	+	+	+	+	+
<i>T. angustifolia</i> L.	-	+	-	-	-
<i>Sparganium erectum</i> L.	+	-	-	-	-
<i>S. simplex</i> Huds.	+	-	-	+	+
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	-	-	-	-	+
<i>P. compressus</i> L.	-	-	-	+	+
<i>P. obtusifolius</i> Mert. et Koch.	+	-	-	-	-
<i>P. rutilus</i> Wulfg.	+	-	-	-	-
<i>P. friesii</i> Rurp.	-	-	+	-	+
<i>P. natans</i> L.	+	-	+	+	+
<i>P. gramineus</i> L.	-	-	-	-	-
<i>P. lucens</i> L.	+	+	+	+	-
<i>P. praelongus</i> Wulf.	-	-	-	-	+
<i>P. perfoliatus</i> L.	+	+	-	-	+
<i>Triglochin palustris</i> L.	+	-	-	-	-
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+	-	-	-	-
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	+	+	-	+	+
<i>Butomus umbellatus</i> L.	-	-	-	-	-
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	+	+	+	+	+
<i>Stratiotes aloides</i> L.	-	-	-	+	+
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	-	-	-	+	-
<i>Zizania latifolia</i> (Griseb.) - Stapf.	-	-	-	-	-
<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert	-	-	-	-	-
<i>Calamagrostis canescens</i> (Web.) Roth	-	+	-	-	-
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex. Steud.	+	+	+	+	+
<i>Scolochloa festucacea</i> (Willd.) Link.	-	-	-	+	+

Т а б л и ц а (продолжение)

Вид	Озеро						
	Иванецкое	Сельское	Когово	Большой Дербовеж	Малый Дербовеж	Улин	Кудинское
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	-	+	-	+	-	-	+
<i>Scirpus lacustris</i> L.	-	+	-	+	+	+	+
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult.	-	-	-	-	-	+	+
<i>E. mamillata</i> Lindb. fil.	+	-	-	-	-	-	-
<i>E. palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	+	+	-	+	-	-	+
<i>Carex diandra</i> Schrank.	+	-	+	+	+	-	+
<i>C. nigra</i> (L.) Reichard	+	-	-	-	-	-	-
<i>C. acuta</i> L.	+	+	-	-	-	+	+
<i>C. flava</i> L.	+	-	-	-	-	-	-
<i>C. rostrata</i> Stokes.	+	-	+	+	+	-	+
<i>C. vesicaria</i> L.	+	-	-	-	-	-	-
<i>C. pseudocyperus</i> L.	-	-	+	+	+	-	+
<i>Acorus calamus</i> L.	-	+	-	-	-	-	+
<i>Calla palustris</i> L.	-	-	+	+	-	-	-
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lemna trisulca</i> L.	-	-	-	+	+	-	+
<i>L. minor</i> L.	-	-	-	+	-	-	-
<i>Juncus effusus</i> L.	+	-	-	-	-	-	-
<i>J. articulatus</i> L.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	-	-	-	-	-	+
<i>Rumex aquaticus</i> L.	-	-	-	+	-	-	-
<i>Polygonum amphibium</i> L.	-	+	-	+	-	+	-
<i>Nymphaea candida</i> Presl.	+	-	-	+	+	+	+
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smit.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	-	-	-	+	-	-	+
<i>Caltha palustris</i> L.	-	+	-	-	-	-	+
<i>Batrachium circinatum</i> (Sibth.) Spach	-	-	-	-	-	+	+
<i>Ranunculus lingua</i> L.	+	-	+	-	-	-	+
<i>R. reptans</i> L.	-	-	-	-	-	-	+
<i>Rorippa amphibia</i> L.	-	-	-	-	-	-	+
<i>Comarum palustre</i> L.	+	+	+	-	-	-	+
<i>Callitriche hermaphroditica</i> L.	-	-	-	-	-	+	-
<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	+	-	-	-	+	-

Т а б л и ц а (продолжение)

Вид	Озеро						
	Изванецкое	Сельское	Котово	Большой Дербоуж	Малый Дербоуж	Улин	Кудинское
<i>Epilobium adenocaulon</i> Hausskn	-	+	+	-	-	-	-
<i>E. palustre</i> L.	-	-	+	-	-	-	+
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	+	-	-	-	+	+
<i>Cicuta virosa</i> L.	-	+	+	-	-	+	+
<i>Sium latifolium</i> L.	+	-	-	-	-	-	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	-	-	-	-	-	-	+
<i>Naumburgia thyrsoflora</i> (L.) Reichenb.	+	-	-	-	+	+	+
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	+	-	+	-	-	-	-
<i>Myosotis palustris</i> Lam.	-	-	+	-	-	-	+
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	-	-	+	-	-	-	+
<i>Stachys palustris</i> L.	-	-	-	-	-	+	-
<i>Lycopus europaeus</i> L.	-	+	+	-	-	-	+
<i>Solanum dulcamara</i> L.	-	-	+	-	-	-	-
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	-	-	-	-	+	-	-
<i>Galium ruprechtii</i> Pobed.	-	-	-	-	-	-	+
<i>Senecio fluviatilis</i> Wallr.	-	+	-	-	-	-	+
<i>Bidens cernua</i> L.	-	-	-	+	-	-	-
В с е р о	35	24	23	29	24	26	58

Флора исследованных озер насчитывает 79 видов из 54 родов, 34 семейств. Наибольшим богатством видов характеризуются семейства Cyperaceae - 11, Potamogetonaceae - 10, Poaceae - 6, Ranunculaceae - 4, Lemnaceae, Hydrocharitaceae, Scrophulariaceae, Lamiaceae - по 3 вида. В качестве доминантов прибрежно-водной и водной растительности выступают *Equisetum fluviatile*, *Potamogeton natans*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *Scolochloa festucacea*, *Phragmites australis*, *Nymphaea candida*, *Nuphar lutea*.

Найден ряд видов, редких для области.

*Potamogeton rutilus* Wolfg. - Рдест красноватый. Вид западноевропейский, в средней полосе европейской части СССР встречается очень редко [6]. Собран в озерах Изванецком и Кудинском (Торопецкий район). Встречается в области крайне редко. М.Л. Невский [5] приводит лишь два его местонахождения.

*Potamogeton friesii* Rupr. - Рдест Фриса. Обнаружен в озерах Котово (Торопецкий район) и Малый Дербоуж (Западно-двин-

ский район). Во „Флоре Калининской области“ [5] не приводится. Но ранее рдест Фриса отмечался нами на Иваньковском водохранилище этой же области [7].

Potamogeton obtusifolius Mert. et Koch. – Рдест гуполистный. Отмечен в озерах Изванецком и Кудинском (Торопецкий район). Встречается в области нечасто.

Senecio fluviatilis Wallr. – Крестовник приречный. Зарегистрирован в прибрежье озер Сельского и Кудинского (Торопецкий район). Находки этого вида в области единичны [5].

Ranunculus reptans L. – Лютик стелющийся. Найден в оз. Кудинском (Торопецкий район). Причем найдена глубоководная его форма с шиловидными листочками, не цветущая. Встречается в области редко [5].

## Л и т е р а т у р а

1. З а к у л е н к о в Л.Д. Озера Калининской области // Природа и хозяйство Калининской области. Калинин, 1960.
2. Л и с и ц ы н а Л.И. О флоре озер Калининской области // Первая Всесоюз. конф. по высшим водным и прибрежноводным растениям. Борок, 1977.
3. Л и с и ц ы н а Л.И. Флора водоемов Верхнего Поволжья // Флора и растительность водоемов бассейна Верхней Волги. Рыбинск, 1979.
4. Л и с и ц ы н а Л.И., Э к з е р ц е в В.А. О редких видах водных и прибрежноводных растений водоемов волжского бассейна // Состояние и перспективы исследования флоры средней полосы европейской части СССР. М., 1984.
5. Н е в с к и й М.Л. Флора Калининской области. Калинин, 1950. Ч. 2.
6. М а е в с к и й П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР. М., 1964.
7. Э к з е р ц е в В.А. Флора Иваньковского водохранилища // Растительность волжских водохранилищ. М.; Л., 1966.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

УДК 574,5(28)581

И.В. Д о в б н я, В.И. А р г е м е н к о

## О ЗАРАСТАНИИ ОЗЕРА НЕРО

Оз. Неро в пределах Ярославского Поволжья – крупный мелководный водоем (51 км<sup>2</sup>), более 80% его акватории занимают участки с глубинами, близкими к 1 м. Это – специфическое озеро

с мощным слоем плодородного сапропеля и водами, содержащими повышенное количество растворенных минеральных веществ. Мелководность водоема и особые трофические условия грунтов и вод обуславливают обильное развитие растительности.

Высшая водная растительность оз. Неро неоднократно изучалась [1-6]. По результатам нашего обследования, проведенного летом 1985 г., на водоеме преобладает воздушно-водная растительность, среди которой доминируют тростниковые (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) и рогозовые (*Typha angustifolia* L.) заросли. Широко распространены также камышовые (*Scirpus lacustris* L.) и манниковые (*Glyceria maxima* (C. Haetm. Holmb.)) группировки. Фитоценозы растений с плавающими листьями представлены зарослями кубышки (*Nuphar lutea* (L.) Smith.), фитоценозы погруженных растений - пятнами рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.).

Преобладание литорали и почти полное отсутствие пелагиали обуславливают распространение растительных сообществ по всей акватории озера, за исключением небольшой впадины в его центральной части (см. рисунок). В открытом водном пространстве разбросано много куртин тростника, рогоза, камыша, иногда окруженных зарослями кубышки. Довольно часто встречаются участки, занятые разреженными фитоценозами рдеста пронзеннолистного.

Наибольшие обширные массивы растительности сосредоточены на юге водоема. Последнее можно объяснить большой изрезанностью южной береговой линии, наличием глубоко вдающихся в сушу заливов и впадающих в них рек, ручьев. Так, устье р. Сары, Сарская коса и заливы восточнее Сарской косы по берегам обильно зарастают тростником и рогозом, встречается двукисточник (*Phalaroides arundinaceae* (L.) Rauschert), с нарастанием глубины появляются группировки хвоща (*Equisetum fluviatile* L.), камыша. Далее следуют фитоценозы рогоза узколистного с кубышкой, расположенные узкой прерывистой полосой или отдельными куртинами. По направлению к открытой части озера располагаются сплошные поля кубышки, а в глухих заболоченных заливах - телорезовые (*Stratiotes aloides* L.) заросли. Пояс погруженных растений представлен пятнами рдеста пронзеннолистного.

Вдоль западного берега залива р. Варус доминируют заросли манника, отделенные от заболоченных манниковых лугов узкой полосой осочников (*Carex acuta* L., *C. vesicaria* L.). С другой стороны чередуются группировки сусака, ежеголовника (*Sperganium erectum* L.), тростника. Последние окаймляются кубышковыми зарослями. Весь огромный залив зарастает исключительно одновидовыми сообществами тростника, камыша и кубышки, расположенных пятнами.

В отличие от южного слабо изрезанный западный берег на участке от Яковлевского монастыря до р. Мазихи зарастает меньше, полоса растительности значительно уже; распространены преимущественно тростниковые фитоценозы. Типичный профиль для западного побережья - заболоченные осоково-манниковые луга граничат с ши-

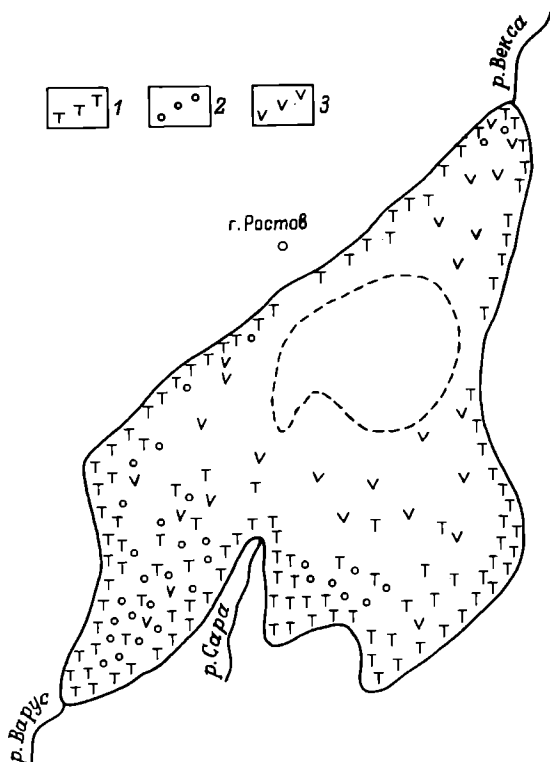


Схема зарастания оз. Неро.

1 - воздушно-водная растительность; 2 - растительность с плавающими на поверхности воды листьями; 3 - погруженная растительность.

рокой полосой тростника, обрамленной узким бордюром манника и сусака (*Butomus umbellatus* L.). Кое-где манник замещается рогозом узколистным, глубже развиваются сообщества кубышки.

На восточном берегу, так же как и на западном, преобладают тростниковые заросли, расположенные вдоль берега (на отдельных участках шириной до 300 м). Со стороны берега они переходят в заболоченные луга, со стороны воды окружены сообществами *Glyceria maxima* + *Eleocharis palustris*, *Glyceria maxima* + *Butomus umbellatus*, *Typha angustifolia* + *Scirpus lacustris*, *Butomus umbellatus*. Глубже узкой прерывающейся полосой представлены фитоценозы *Polygonum amphibium* L. и пятна *Potamogeton perfoliatus* L. Там, где тростник отсутствует, большими массивами развиваются рогозовые и манниковые заросли.

Северо-восточные берега подвержены сплавинообразованию. Залоченные луга переходят в сплавины, где преобладают осоки (*Carex acuta*, *C. vesicaria*), двукисточник, манник. К сплавиным примыкают разреженные группировки сусака, клубнекамыша (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla) и ассоциации *Butomus umbellatus* + *Typha angustifolia*, *Butomus umbellatus* + *Sparganium erectum*, *Butomus umbellatus* + *Scirpus lacustris*. Лишь кое-где можно наблюдать развитие сообществ рдестов.

Своеобразие растительного покрова северной части озера выражается прежде всего в его пятнистости. Для северного берега в районе р. Вексы характерен следующий профиль: заливные луга переходят в заросли двукисточника, далее по направлению к открытому водному пространству они сменяются манником, либо манником в сочетании с тростником. Затем следуют скопления полевицы (*Agrostis stolonifera* L.) с сусак, за которыми распространены заросли клубнекамыша. *Bolboschoenus maritimus* — очень редкий вид для водоемов Ярославской области. Однако по северному берегу оз. Неро он создает значительные заросли. Развитие фитоценозов этого вида — следствие повышенного содержания хлоридов в этой части озера.

По направлению с севера на запад (к г. Ростову) вдоль береговой линии постепенно исчезает сусак, меньше становится манника. Преобладают монодоминантные фитоценозы камыша.

Для вегетационного сезона 1985 г. свойственно слабое развитие сообществ погруженных растений. Прежде всего это относится к рдестовым зарослям, в развитии которых наблюдаются периоды всплеск и затуханий. По наблюдениям Н.В. Чижикова [4], к 1954 г. площади рдеста пронзеннолистного сократились по сравнению с 1926–1928 гг., когда рдестовые заросли составляли целые подводные луга. В 1962 г. В.А. Экзерцев [3] отмечал пышное развитие рдестов, а к 1985 г. пронизывающие всю толщу воды фитоценозы рдеста исчезли. К значительным переменам в составе растительности, произошедшим за три десятилетия, можно отнести обширное распространение сообществ *Glyceria maxima*. Если в 1954 г. фитоценозы манника не указывались совсем, то в настоящее время заросли этого вида занимают большие площади, особенно по западным и юго-западным берегам озера.

Таким образом, как и 80 лет назад, оз. Неро является почти полностью заросшим водоемом. Свободной от растительных группировок остается лишь глубоководная впадина в центре озера. Наиболее обширные площади зарослей сосредоточены на юге в районе устья р. Сары, Сарской косы, залива р. Варус и заливов, расположенных восточнее Сарской косы. На водоеме преобладают тростниковые и рогозовые фитоценозы. Значительная доля в зарастании озера принадлежит манниковым и камышовым фитоценозам.

1. Г р е з е Б.С. Исследования озера Неро в гидробиологическом и рыбохозяйственном отношении // Ростовский краевед: Тр. Рост. науч. о-ва по изуч. местного края. Ростов-Ярославский, 1930. Вып. 2. Бентос.
2. Д а м с к а я С.А. Очерк зарослей озера Неро и их фауны // Тр. Яросл. естеств.-истор. и краевед. о-ва. Ярославль, 1921. Тр. 3, вып. 1.
3. М о н а к о в А.В., Э к з е р ц е в В.А. Сообщества прибрежных и водных растений озера Неро и их фауна // Озера Ярославской области и перспективы их хозяйственного использования. Ярославль, 1970.
4. Ч и ж и к о в Н.В. Геоморфология и почвы бассейна озера Неро и реки Устье-Которосль // Тр. Лаборатории сапропелевых отложений. 1956. Вып. 6.
5. Ч и ж и к о в Н.В. Озера Ярославской области и их значение для сельского хозяйства // Краеведческие записки Ярославского областного краеведческого музея. Ярославль, 1956. Вып. 1.
6. Ф л е р о в Б.А. Ботанико-географические очерки // Ростовский край. Землеведение. 1903. Т. 10, кн. 2-3.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 595.132

В.Г. Гаггарин, Э.А. Ербаева

# К ФАУНЕ СВОБОДНОЖИВУЩИХ НЕМАТОД ОЗЕРА ХУБСУТУЛ И ЕГО ПРИТОКОВ

Оз. Хубсугул расположено в северной части Монгольской Народной Республики. Это самый большой и глубоководный водоем страны. Площадь озера 5130 км<sup>2</sup>, наибольшая глубина 246 м, объем водной массы 317.5 км<sup>3</sup> [5]. В него впадают 96 речек и ручьев, а вытекает только одна, Эгийн-Гол, которая впадает в р. Селенгу и таким образом соединяется с Байкалом. Котловина озера входит в систему тектонических впадин байкальского типа, составляя ее южное звено, в связи с чем водный режим и морфологические характеристики этих водоемов имеют ряд общих закономерностей.

Материалом для настоящей статьи послужили пробы бентоса, собранные гидробиологическим отрядом комплексной экспедиции Иркутского и Монгольского университетов, работавшим летом 1971, 1972, 1979 и 1980 гг. на оз. Хубсугул. С целью более полного обследования водоема по его акватории сделано несколько гидробиологических разрезов с временными станциями на разных глубинах.



Всего отобрано 116 количественных проб дночерпателем ДЧ-0,25. Качественные пробы (15) взяты руками или сачком на мелководные устьевых или предустьевых участков следующих рек: Жаргалант, Саян-Гол, Хавцал, Ханх, Хороо.

Пробы фиксировались и хранились в формалине, исследовались в глицериновых препаратах, подкрашенных метиленовой синькой. Материал, собранный в 1971 и 1972 гг., частично обобщен и опубликован [1, 2].

В пробах обнаружены 24 вида свободноживущих нематод, относящихся к 5 отрядам, причем 80% из них приходится на 2 отряда: *Enoplida* и *Dorylaimida* (табл. 1). Большинство нематод являются космополитами или широко распространены во внутренних водоемах Евразии. Исключение составляют *Eudorylaimus imitatoris*, найденный пока только в данном озере, *Eutobrilus peregrinator*, обитающий в Байкале, *Mononchus superbus*, известный из водоемов Канады и р. Ангарты, *Labronema loeffleri*, зарегистрированная в высокогорном оз. Напала и в р. Ангарты.

Состав фауны свободноживущих нематод обследованных рек отличается от фауны нематод оз. Хубсугул. В речках обитают эврибионтные формы, типичные для пресноводных водоемов. По частоте встречаемости доминируют *Dorylaimus stagnalis*, *Tobrilus gracilis* и *Eudorylaimus carteri* (табл. 1). Совсем отсутствуют или встречаются редко и единичными особями виды, характерные для биоценоза глубоководной зоны Хубсугула.

В оз. Хубсугул четко выражена вертикальная зональность в распределении грунтов, фауны и флоры [3, 4]. Фауна нематод мелководного побережья (грунт — песок с карбонатными конкрециями) более богата и обильна (17 видов со средней численностью 510 экз./м<sup>2</sup>), чем фауна профундали, особенно нижней (4 вида со средней численностью 121 экз./м<sup>2</sup>) (табл. 1, 2). Населяют мелководье, как и речки, распространенные пресноводные формы червей, но видовой состав их и соотношение доминирующих видов иные. Наиболее часто встречаются и имеют сравнительно высокую плотность особей *Tripyla glomerans*, *Ironus tenuicaudatus* и *Tobrilus* sp. На верхней литорали (грунт — заиленный песок с зарослями хары) в значительном количестве появляется *Eutobrilus peregrinator*, который вместе с видами *Ironus tenuicaudatus* и *Tobrilus* sp. составляет ядро нематодофауны данного биоценоза. Состав и численность нематод в сублиторали соизмеримы с таковыми на литорали (табл. 1-3).

В глубоководной профундали наблюдается резкое обеднение фауны нематод, но в связи с низкой плотностью животных на данном горизонте доля нематод в общей биомассе и численности бентоса довольно высока — 1,8-3,0 и 18,0-43,2% соответственно (табл. 3). В отличие от литорали, где нематоды образуют скопления (агрегации), здесь они распределены равномерно. На илах нижней профундали в состав нематодофауны входят всего 4 вида, причем 3 из них (*Eudorylaimus imitatoris*, *Eutobrilus peregrinator* и *Mononchus superbus*) довольно редки, поэтому их можно считать

Т а б л и ц а 1

Встречаемость видов нематод в обследованных водоемах, %

Вид	Среднее по всем рекам	Оз. Хубсугул				
		Литораль		Сублитораль (50-90 м)	Профундаль	
		0-5 м	5-20 м		50-90 м	90 м и более
<i>Tripyla glomerans</i> Bastian	6.7	65.0	35.6	8.3	-	-
<i>Trischistoma monohystera</i> de Man	-	6.3	7.3	2.7	-	-
<i>Tobrilus gracilis</i> (Bastian)	33.3	31.3	8.2	3.1	-	-
<i>T. helveticus</i> (Hofmänner)	13.3	7.5	-	-	-	-
<i>Tobrilus</i> sp.	-	51.2	38.1	40.6	18.2	-
<i>Eutobrilus peregrinator</i>	-	27.5	83.7	70.4	45.4	22.3
<i>Tsalolichin</i>						
<i>Brevitobrilus stefanskii</i> (Micoletzky)	20.0	-	2.4	-	-	-
<i>Neotobrilus longus</i> (Leydi)	-	6.3	-	2.7	-	-
<i>Ironus tenuicaudatus</i> de Man	6.7	35.0	48.2	54.5	54.5	44.5
<i>Mononchus superbus</i> Mulvey	-	12.5	17.2	16.5	54.5	66.7
<i>Dorylaimus stagnalis</i> Dujardin	80.0	6.3	-	2.7	-	-
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	20.0	6.3	7.3	2.7	-	-
<i>Labronema loeffleri</i> Andr.	20.0	6.3	-	-	9.9	-
<i>Eudorylaimus carteri</i> (Bastian)	30.5	-	-	-	-	-

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

Вид	Среднее по всем рекам	Оз. Хубсугул				
		Литораль		Субли-гораль (50-90 м)	Профундаль	
		0-5 м	5-20 м		50-90 м	90 м и более
<i>Eudorylaimus imitatoris</i> Gagarin	-	18.1	2.4	5.3	27.3	22.3
<i>Aporcelaimellus obtusicaudatus</i> (Bastian)	-	-	2.4	-	-	-
<i>A. krygeri</i> (Ditlevsen)	-	6.3	2.4	-	-	-
<i>Paractinolaimus macrolaimus</i> (de Man)	13.3	-	-	-	-	-
<i>Daptonema dubium</i> (Bütschli)	-	-	-	2.7	-	-
<i>Eumonhystera filiformis</i> (Bastian)	-	6.3	-	-	-	-
<i>Ethmolaimus pratensis</i> de Man	-	6.3	5.0	-	-	-
<i>Plectus parietinus</i> Bastian	6.7	-	-	-	-	-
<i>P. cirratus</i> Bastian	13.0	6.3	-	-	-	-
<i>P. rhizophilus</i> de Man	13.3	-	-	-	-	-

Т а б л и ц а 2

Средняя численность доминирующих видов нематод  
в оз. Хубсугул, экз./м<sup>2</sup>

Вид	Литораль		Суб- лито- раль	Профундаль	
	0-5 м	5-20 м		50-90 м	90 м и более
<i>Tripyla glomerans</i>	69	26	4	-	-
<i>Tobrilus gracilis</i>	80	32	5	-	-
<i>Tobrilus sp.</i>	20	21	16	6	-
<i>Eutobrilus peregrinator</i>	12	93	110	53	12
<i>Mononchus superbus</i>	8	15	13	41	46
<i>Ironus tenuicaudatus</i>	232	87	92	84	32

Т а б л и ц а 3

Средняя численность, биомасса нематод и их доля (%) в общем зообентосе оз. Хубсугул

Зона (глубина)	Численность		Биомасса	
	экз./м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Литораль верхняя (0-5 м)	510	10,7	0,03	0,5
Литораль нижняя (5-20 м)	437	9,8	0,04	0,8
Сублитораль (20-50 м)	385	9,5	0,08	1,5
Профундаль верхняя (50-90 м)	207	18,0	0,03	3,0
Профундаль нижняя (90 м и более)	121	43,2	0,02	1,8

специфичными для Хубсугула. По числу особей превалируют *Mononchus superbus* и *Ironus tenuicaudatus* (табл. 2).

Анализ фауны нематод оз. Хубсугул показывает, что имеющийся в настоящее время видовой состав ее сформировался сравнительно недавно, вероятнее всего в антропогенный период. Это подтверждается отсутствием эндемичных форм червей в озере. *Eudorylaimus imitatoris* скорее всего распространен более широко и будет обнаружен в ряде водоемов данного региона. Ареалы распространения *Mononchus superbus* и *Labronema loeffleri* указывают на то, что данные виды возникли и обособились в ледниковый период. Генезис нематодофауны Байкала и Хубсугула не прослеживается. *Eutobrilus peregrinator* относится к байкальским эндемикам, которые населяют систему соров озера и другие водоемы данного географического региона.

1. Гаггарин В.Г., Ербаева Э.А. Фауна нематод оз. Хубсугул // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1983. № 57.
2. Ербаева Э.А., Гаггарин В.Г. Донные нематоды озера Хубсугул (МНР) // Природные условия и ресурсы некоторых районов Монгольской Народной Республики: Тез. докл. Улан-Батор, 1980.
3. Кожов М.М. О бентосе южного Байкала // Изв. Биол.-геогр. НИИ при Иркут. гос. ун-те. 1970. Т. 23, вып. 1.
4. Томилов А.А., Ербаева Э.А., Комлев В.Г. Структура и количественные характеристики донного населения в глубоководной зоне озера Хубсугул // Вторая науч. конф. молодых ученых. Иркутск, 1972.
5. Черкасов А.Е., Шумеев В.П., Батсук Н. Гидрологический режим рек бассейна Хубсугула // Природные условия и ресурсы Прихубсугулья. Иркутск; Улан-Батор, 1972.

Институт биологии внутренних вод АН СССР  
Иркутский университет

УДК 595.426(204)

О.Д. Ж а в о р о н к о в а

# СТРОЕНИЕ ГНАТЕМЫ ВОДЯНОГО КЛЕЩА HYDRYPHANTES RUBER (DE GREER, 1778) (ACARIFORMES, HYDRYPHANTIDAE)

Наиболее полно и подробно анализ морфологии гнаемы акариформных, в частности водяных клещей, дан в работе А.Б. Ланге [2]. Фактические данные о ротовых органах гидракарин содержатся в работах Митчелла [3, 4]. Морфология ротовых аппаратов личинок водяных клещей подробно описана Б.А. Вайнштейном [1].

В задачу настоящей работы входило детальное изучение ротового аппарата водяных клещей на примере *Hydryphantes ruber* (de Greer) с применением методов сканирующей микроскопии и сведение строения ротового аппарата к прототипу *Acariformes* [2]. Для этого в молочной кислоте приготовлены просветленные препараты, а на сканирующем микроскопе марки JSM-25S — микрофотографии ротовых органов.

Ротовой аппарат *Hydryphantes ruber* колюще-сосущего типа расположен на туловище терминально (см. рис. 2, а). Основание гнаемы образовано слиянием гнатококс и дейгостернума, апикально гнаема вытянута в гипостом, заканчивающийся гипостомальным диском (hc) (рис. 1), который покрыт язычкообразными прилегающими папиллами (рис. 2, д, е). Внутри дорзально не-

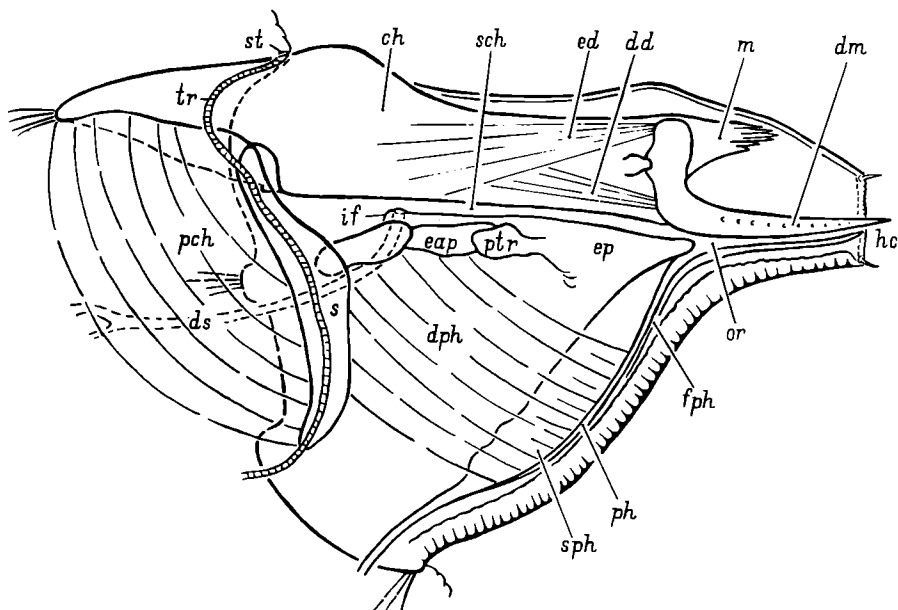
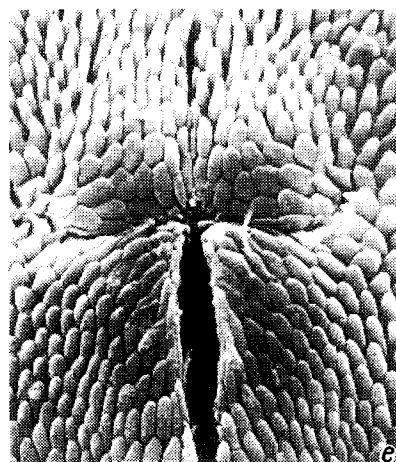
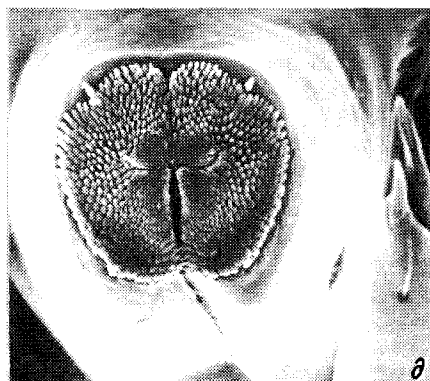
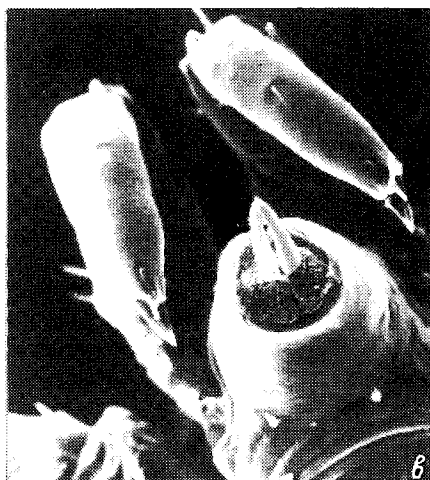
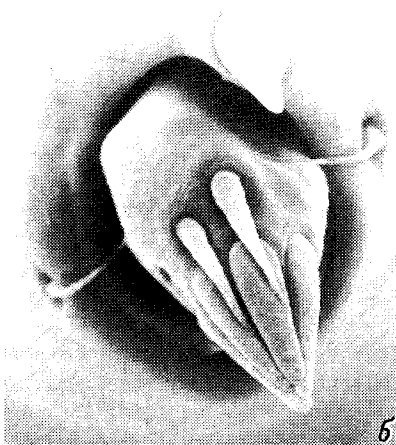
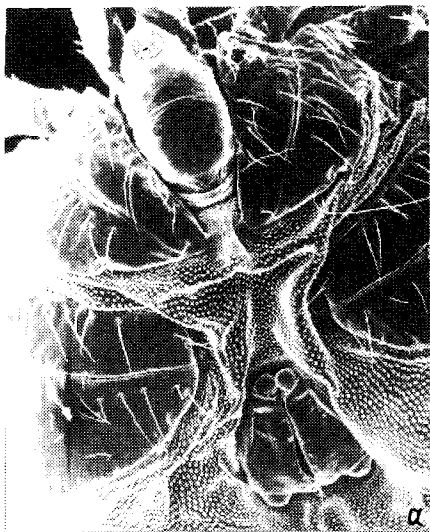


Рис. 1. *Hydryphates ruber*, ротовые органы, вид изнутри.

ch - хелицеры; dd - опуска́тель подвижного пальца; dm - подвижный палец; dph - депрессор глотки; ds - проток оральной железы; eap - эпистомальная аподема; ed - поднима́тель подвижного пальца; ep - эпистом; fph - дно глотки; hc - гипостомальный диск; if - воронка оральной железы; m - придаток подвижного пальца; or - ротовая полость; pch - протракторы хелицер; ph - глотка; ptr - мышелок трохантера пальп; s - сигмоидный склерит; sch - субхелицеральное пространство; sph - глоточный склерит; st - стигмы; tr - трахеи.

замкнутого гипостома расположены двучлениковые хелицеры (ch), снабженные стилетовидными подвижными пальцами (dm), у водяных клещей называемыми хелами [1]. В базальных члениках хелицер находятся мышцы: поднима́тель (ed) и опуска́тель (dd) подвижного пальца. Латерально стилеты несут ряд шипиков (рис. 3, а), а на внутренней стороне имеют желобки (рис. 3, б). Неподвижный палец хелицер модифицирован в перистый мембранозный придаток (m).

Хелицеры выдвигаются вперед с помощью так называемых сигмоидных склеритов (s) [4], которые верхним концом сочленяются с краями вентральных выемок базальных члеников хелицер, а передним краем (посередине) - с местом сращения аподем (eap), идущих спереди от основания претрохантеральных мышелков пальп (ptr). Мышцы-протракторы (pch), выдвигающие хелицеры, прикрепляются к внутреннему краю вентральной выемки хелицер и к нижней половине заднего края сигмоида.



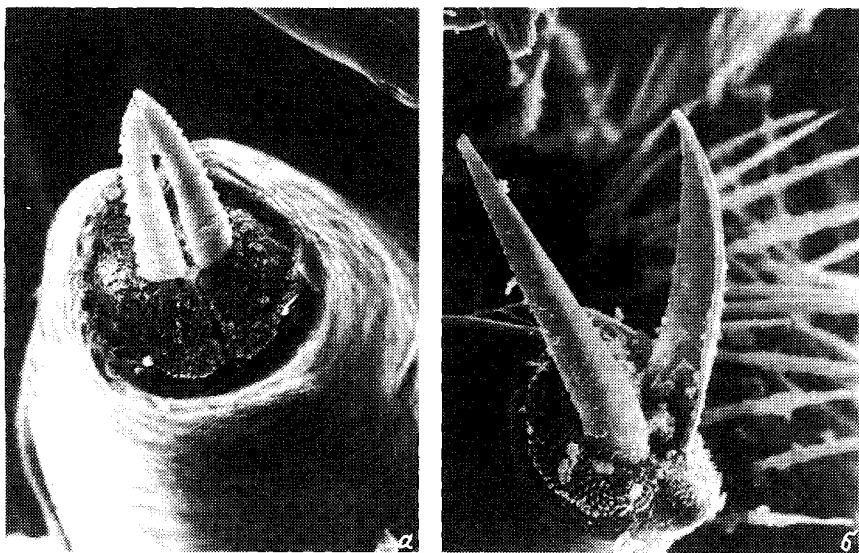


Рис. 3. Строение конечного отдела гипостома.

а – конец гипостома с выдвинутыми хелами, вид с вентральной стороны,  $\times 150$ ; б – то же, вид сбоку,  $\times 150$ .

Трахеи (tr) от стигм (st), открывающихся у переднего медиального края туловища над хелицерами, проходят вниз вдоль внутренних поверхностей сигмидов и вентрально выходят из гнатеми в полость тела.

Ротовое отверстие (or) открывается на гипостомальном диске (hc) и ведет в широкую плоскую глотку (ph), верхняя стенка которой образована корытообразным глоточным склеритом (sph), а нижняя – плоским склеритом, лежащим на дне капсулы гнатеми (fph). Мощные депрессоры глотки (dph) прикрепляются к ее склериту и эпистомальным аподемам (eap).

Вентральными поверхностями хелицер и эпистомом (ep) ограничено субхелицеральное пространство (sch), куда воронками (if) открываются протоки оральных желез (ds).

Латерально гнатема несет пятичлениковые пальцы с претарзусом и тарзусом, вооруженных шиповидными шетинками (рис. 2, б, в, г).

Таким образом, комплекс конечностей и других элементов, фор-

Рис. 2. Общий вид клеща с вентральной стороны и детали строения ротового аппарата.

а – вентральная сторона,  $\times 70$ ; б – последний членик пальпы,  $\times 450$ ; в – гнатема, вентральная сторона,  $\times 150$ ; г – гнатема, вид сбоку,  $\times 150$ ; д – гипостомальный диск,  $\times 400$ ; е – то же,  $\times 1000$ .



мирующих гнатеку клеща *H. ruber*, типичен для всех *Acariformes* [2].

## Л и т е р а т у р а

1. В а й н ш т е й н Б.А. Определитель личинок водяных клещей. Л., 1980.
2. Л а н г е А.Б. Строение ротовых органов и система клещеобразных *Chelicerata* // Вопросы общей зоологии и медицинской паразитологии. М., 1962.
3. M i t c h e l l R. Musculature of a Trombiculid Mite *Blankaartia acuscutellaris* (Walch) // Ann. Entomol. Soc. Amer. 1962. Vol. 55.
4. M i t c h e l l R. The Structure and Evolution of Water Mite Mouthparts // J. Morphology. 1962. Vol. 110.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 597.0/5-11

В.В. Х а л ь к о

## БИОТОПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАЛОРИЙНОСТИ МОЛОДИ РЫБ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Для выяснения роли внутривидовых биотопических группировок рыб [2] в пополнении популяции необходимо знание качественного состояния входящих в их состав мальков. Одним из интегральных его показателей может служить энергетический потенциал гидробионтов. В связи с отсутствием литературных сведений по рассматриваемому вопросу нами проведена сравнительная оценка калорийности молоди окуня различных биотопических группировок.

Сеголетков окуня отлавливали стандартными орудиями лова в защищенном побережье и открытой части Волжского плёса ежемесячно с июня по октябрь 1980-1981 гг. Обнаружение скоплений молоди рыб в пелагиали вели с помощью эхолота „Лещ“, в литорали — контрольными обловами. Из каждого улова отбирали репрезентативные пробы для оценки роста рыб и их калорийности. За период исследований выявили массу тела у 3561 особи. Калорийность мальков определяли не позднее 48 ч после их высушивания до постоянной массы при температуре 104 °С методом бихроматной окисляемости, принимая в расчетах величину оксикалорийного коэффициента — 4 кал/мг  $O_2$  [1]. Навески сухого растертого вещества брали в количестве 1-3 мг с точностью  $5 \cdot 10^{-5}$  г. Для каждой из 542 про-

анализированных проб определение калорийности проводили в 3–4 повторностях. Отклонения результатов параллельных определений от средней не превышали  $\pm 2\%$ . Все величины калорийности выражены в килоджоулях ( $1 \text{ ккал} = 4,187 \text{ кДж}$ ). Результаты исследований подвергнуты статистическому анализу на ЭВМ „Минск-22“.

Выяснилось, что по мере роста молоди окуня в ее теле снижалось содержание воды, возрастало количество сухого вещества и увеличивалась его калорийность, достигавшая максимальных значений в конце нагульного периода (рис. 1, 2). Аналогичный характер изменения энергетических показателей в процессе развития сеголетков отмечался в литературе [3, 4].

Наряду с общими закономерностями сезонной динамики роста и калорийности у окуня обнаружены и ее биотопические особенности. Так, в различные по уровенному и температурному режимам годы достоверные различия при  $P=0,05$  массы тела молоди окуня литоральных и пелагических скоплений обнаруживались уже в начале нагульного периода. Особи литоральных группировок по массе тела превосходили своих ровесников из пелагиали. Продолжительность существования первоначальных различий по этому показателю в 1980 г. составила 5 мес, а в 1981 г. – лишь 3 мес (рис. 1). Калорийность окуня в литорали по сравнению с пелагиалью водохранилища в июне этих лет была достоверно выше при  $P=0,05$  (соответственно 2,54–2,87 и 2,21–2,37 кДж/г сырого вещества). Такое соотношение энергетических параметров сеголетков литоральных и пелагических скоплений в 1980 г. сохранялось до октября, а в 1981 г. – до августа (рис. 2), наиболее отчетливо проявляясь при сравнении количества сухого вещества в теле мальков и их калорийности в расчете на сырое вещество. К осени, когда энергетическая ценность окуня литоральных скоплений достигала 4,01–4,55 кДж/г, а пелагических – 3,83–4,67 кДж/г сырого вещества, различия в ней у мальков этих группировок оказывались несущественными. В это время вариабельность энергетических показателей рыб в пелагиали значительно возрастала и оказывалась выше, чем в литорали. Например, в августе 1981 г. коэффициент вариации калорийности сырого вещества у окуня в прибрежье составил 7,8%, а на русловой части водоема – 10,9%. В предыдущие же и последующие месяцы нагульного периода разни́ца в коэффициентах вариации калорийности мальков на этих биотопах не превышала 0,1–1,8%.

По-видимому, поздняя сработка уровня воды в 1980 г. (рис. 1) способствовала более продолжительному нагулу окуня на высокопродуктивных участках литорали и устойчивости его скоплений на этом биотопе. Ранняя сработка уровня в 1981 г. привела к быстрому сокращению ареала нагула мальков в защищенном прибрежье и тем самым уже в августе обусловила нарушение качественной структуры их литоральных скоплений. Именно началом ската крупных сеголетков окуня с осушаемых участков литорали и смешиванием их с более мелкими и менее жирными ровесниками пелагических группировок и объясняется, на наш взгляд, наблюдаемое осенью сглаживание различий в энергетических и ростовых показателях маль-

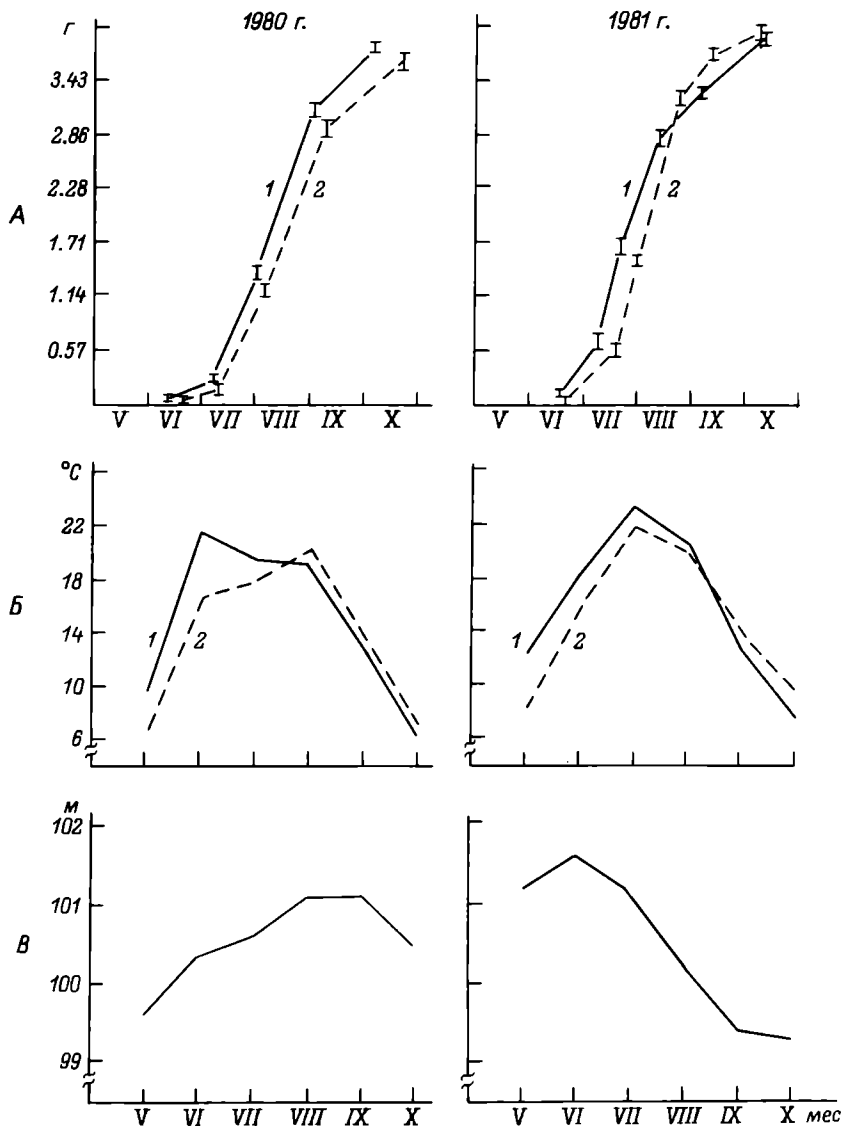


Рис. 1. Рост молоди окуня (А) и температура воды (Б) в литорали (1) и пелагиали (2) водохранилища в разные по уровенному режиму (В) годы.

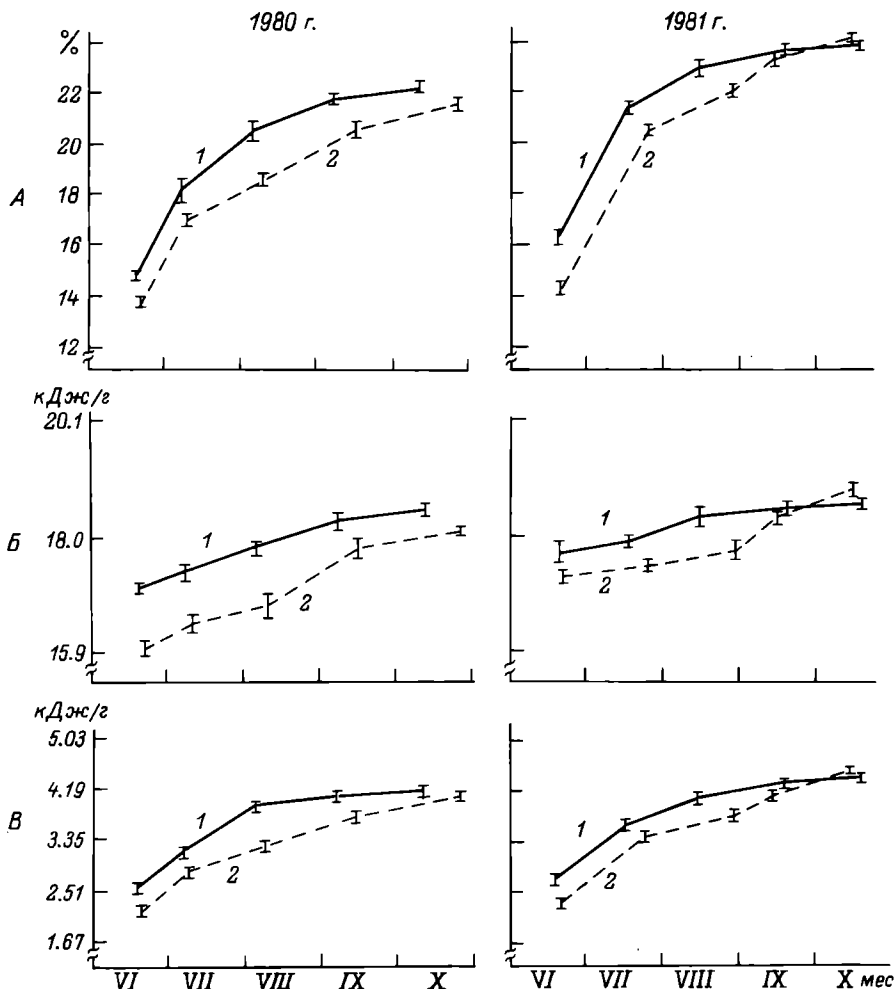


Рис. 2. Сезонная динамика содержания сухого вещества (А), калорийности сухого (Б) и сырого (В) вещества у сеголетков окуня в Рыбинском водохранилище в 1980–1981 гг.

1 – литоральные скопления; 2 – пелагические скопления.

ков литоральных и пелагических скоплений, а также возрастание вариабельности калорийности окуня в открытой части водохранилища.

Одним из факторов, опосредованно влияющих на величину калорийности мальков, можно считать температурный режим водоема. Так, в более теплом 1981 г. сеголетки обеих биотопических группировок интенсивнее росли, нежели в сравнительно холодном 1980 г.

(рис. 1). Соответственно этому энергетические показатели рыб на разных биотопах водохранилища в 1981 г. были выше.

Полученные нами величины калорийности окуня близки к приводимым в литературе. Например, в Кременчугском водохранилище калорийность личинок окуня в расчете на сухое вещество колебалась в пределах 15,07–24,48 кДж/г, а сеголетков – от 19,18 до 19,59 кДж/г [4]. Несколько выше эти показатели у окуня в Можайском водохранилище – 22,77–25,41 и 22,44–31,19 кДж/г соответственно [3], что, очевидно, связано с различным физиологическим состоянием молоди в этих водоемах.

Таким образом, качественное состояние молоди рыб внутривидовых биотопических группировок неодинаково. Энергетические показатели мальков литоральных скоплений, как правило, выше, чем пелагических; они тесно коррелируют с показателями роста, которые в свою очередь определяются температурным режимом водоема. Продолжительность существования биотопической изменчивости калорийности молоди рыб в водохранилищах зависит от уровня режима, влияющего на временную устойчивость нагульных скоплений мальков в литорали. Это следует учитывать при проведении трофо-энергетических исследований и оценке подготовленности мальков к зимовке.

#### Л и т е р а т у р а

1. Г и г и н я к Ю.Г. Калорийность водных беспозвоночных животных // Основы изучения водных экосистем. Л., 1979.
2. К о н о б е е в а В.К. Особенности распределения и экологические группировки молоди рыб в водохранилищах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1982.
3. Л е б е д е в а Т.В. Изменение в раннем онтогенезе размеров и калорийности молоди карповых рыб и окуня *Perca fluviatilis* L. Можайского водохранилища // Вопр. ихтиологии. 1980. Т. 20, вып. 5(124).
4. Ш е р с т ю к В.В. Некоторые показатели энергетической ценности беспозвоночных и молоди рыб Кременчугского водохранилища // Пищевые потребности и баланс энергии у рыб. Киев, 1973.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В.А. С о к о л о в

# ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НИЖНИХ ЛЕТАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ЛЕЩА (ABRAMIS BRAMA L.)

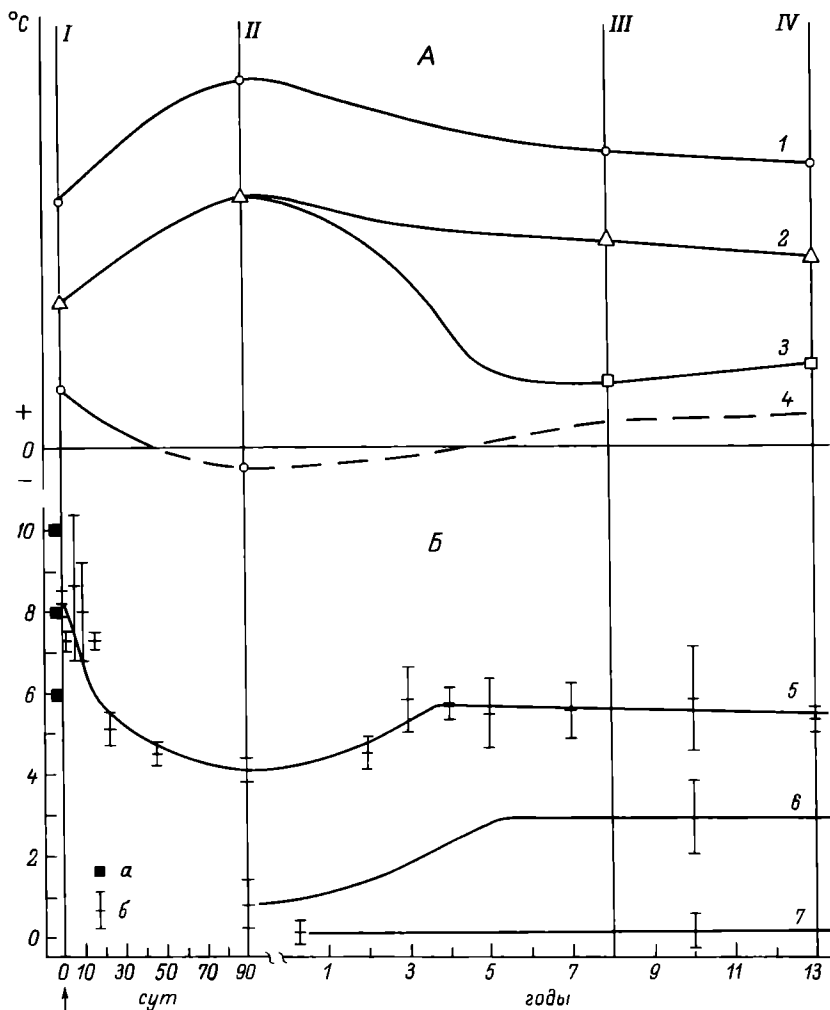
Известно, что жизнедеятельность организма ограничена значениями верхних и нижних летальных температур. При изучении термоадаптационных возможностей животных обычно пользуются понятиями пороговых летальных температур, значения которых зависят от температур предварительной акклимации особей и конечных пороговых летальных температур, характеризующих предельные значения температур акклимации организмов [5]. Изменения верхних летальных температур рыб разных возрастных групп, в частности леща, исследованы довольно подробно, изучению же нижних летальных температур внимания практически не уделялось [1, 5].

Цель работы — определение изменений нижних летальных температур леща разных возрастных групп.

Материал для опытов (с момента выклева эмбрионов до малькового периода развития) получали путем инкубации икры в лабораторных условиях, животных других возрастных групп отлавливали в водоемах в прибрежных участках Волжского плеса Рыбинского водохранилища. Возрастной интервал исследуемых рыб — от суток после выклева до 13 лет. Опыты проводили летом, осенью и зимой после акклимации животных в течение 5–10 сут к экспериментальным боксам с постоянными параметрами среды ( $t = (20 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,  $pO_2 = 100\%$ ,  $\rho = 3500 \pm 500 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ ,  $pH\ 7.9 \pm 0.2$ ). Определение значений летальных температур проводили методом критического термического максимума. Снижение температуры воды в экспериментальных боксах от исходной величины  $20^\circ\text{C}$  проводили со скоростями  $\leq 1^\circ\text{C}$  в сутки и  $\geq 5^\circ\text{C}$  в час, а скорость изменения температуры при самопроизвольном перемещении рыб в термоградиенте во время достижения ими конечной избираемой температуры составляет  $2\text{--}3^\circ\text{C}$  в сутки [1]. Летальной для особи принимали такую температуру воды, при которой происходила потеря координации и переворот рыб вверх брюшком.

Летальная температура для каждой исследуемой группы рыб определялась как среднее значение летальных температур не менее чем для 5 особей (доверительные интервалы нанесены для уровня значимости 0.05).

В ходе опытов (см. рисунок, Б) установлено, что в летний период при скорости изменения температуры воды  $5^\circ\text{C}$  в час, начиная со стадии свободного эмбриона и до малькового периода развития, значения нижних летальных температур леща снижаются с  $8.2$  до  $4.1^\circ\text{C}$ . К 4–5-летнему возрасту они повышаются до  $5.6^\circ\text{C}$  и в дальнейшем стабилизируются на этом уровне у старших возрастных групп. При увеличении скорости изменения температуры воды



Возрастные изменения нижних летальных температур в онтогенезе рыб.

А – схематическое изображение динамики экстремальных и оптимальных температур рыб в онтогенезе: 1 – верхняя граница толерантности; 2 – верхний оптимум (летняя избираемая температура); 3 – нижний оптимум (зимняя избираемая температура); 4 – нижняя граница толерантности. Б – экспериментальные значения нижних летальных температур леща: 5 – нижние пороговые летальные температуры (лето, скорость изменения температуры воды  $5^{\circ}\text{C}$  в час); 6 – нижние конечные пороговые летальные температуры (лето, скорость изменения температуры воды  $\leq 1^{\circ}\text{C}$  в сутки); 7 – нижние конечные пороговые летальные температуры (зима, скорость изме-

с 5 до 10 °C в час значения нижних летальных температур повышаются: у мальков с 4,1 до 5 °C, а у половозрелых особей с 5,6 до 8 °C. Уменьшение скорости изменения температуры ведет к снижению значений летальных температур. Так, при охлаждении воды от акклимационной (20 °C) до температуры 15 °C, соответствующей термике водоема в этот период времени, со скоростью 1 °C в сутки и последующем снижении ее со скоростью 0,25 °C в сутки значения летальных температур становятся существенно меньше и составляют уже (0,8±0,6) °C для мальков и (2,9±0,9) °C для половозрелых особей. Известно, что скорость естественного снижения температуры воды водохранилища в августе–октябре неравномерна и составляет от 1,5 до 0,3 °C в сутки [2]. Поэтому значения конечных пороговых летальных температур экспериментально должны определяться при скоростях изменения температуры воды, не превышающих этих значений. Учитывая этот факт и несовпадение значений летальных температур у одновозрастных групп рыб при скоростях изменения температуры воды 5, 10 °C в час, ≤1 °C в сутки, можно заключить, что величины летальных температур при скорости снижения температуры 5 °C в час, вероятно, являются значениями пороговых летальных температур, а при скорости ≤1 °C в сутки – значениями конечных пороговых летальных температур для исследуемых возрастных групп леща в летний период времени. Полученные нами закономерности изменений пороговой и конечной пороговой летальных температур в онтогенезе леща разных возрастных групп в летний период подтверждают предложенную ранее [1] теоретическую модель термоадаптационных свойств рыб для нижних летальных температур (см. рисунок, А).

Однако в осенне–зимний период ход кривой летальных температур изменяется. Так, при скорости изменения температуры воды >5 °C в час в октябре 5–месячные мальки длительное время (срок наблюдения 6 сут) выживали при температуре ~0,1 °C (летальная температура для половозрелых особей ~2 °C). В ноябре при температуре, близкой к нулю (~0,1 °C), кроме мальков выживали и 2–3–летки, а летальная температура для взрослых рыб также снижалась до 0,6–0,8 °C. В зимний период (декабрь–февраль) независимо от скорости снижения температуры воды (5 °C в час или 1 °C в сутки) все возрастные группы рыб выживали практически при нулевой температуре.

Таким образом, изменения как пороговых, так и конечных пороговых летальных температур экспериментально подтверждают теоретическую модель термоадаптационных свойств рыб для нижних

---

нения температуры воды 5 °C в час и ≤1 °C в сутки). I–II – период формирования организма от оплодотворения до конца малькового периода, II–III – период неполовозрелого организма, III–IV – период половозрелого организма [1]. а – значения летальных температур леща с момента оплодотворения до выклева (по: [3, 4]); б – то же, наши данные. Стрелкой обозначен момент выклева.



летальных температур в летний период времени. Поэтому пороговые летальные температуры могут быть использованы для экспресс-анализа термоадаптационных свойств в онтогенезе пойкилотермных животных. В зимний период изменения летальных температур нивелируются, так как ограничены точкой изменения физико-химических свойств пресной воды ( $\sim 0^{\circ}\text{C}$ ), но, вероятно, могут быть обнаружены при скоростях снижения температуры воды  $>5^{\circ}\text{C}$  в час. В осенний период наблюдается последовательное снижение значений летальных температур от летнего уровня к зимнему сначала у сеголеток, затем у неполовозрелых особей и, наконец, у взрослых рыб. Весной предполагается последовательный переход рыб от зимнего уровня к летнему, но в обратном порядке, сначала у половозрелых особей, а затем у неполовозрелых и сеголеток. Однако данное допущение требует экспериментальной проверки. Полученные закономерности изменений нижних летальных температур леща разных возрастных групп, по нашему мнению, справедливы и для других пойкилотермных животных со сходным типом развития.

### Л и т е р а т у р а

1. Лапкин В.В., Свирский А.М., Голованов В.К. Возрастная динамика избираемых и летальных температур рыб // Зоол. журн. 1981. Т. 9, вып. 12.
2. М а т е р и а л ы наблюдений на озерах и водохранилищах: Дополнение к гидрологическому ежегоднику. Т. 4, вып. 1-3, 1977. Горький, 1978.
3. О р у д ж е в А.М. Влияние температуры на эмбриональное развитие воблы, леща и сазана // Рыб. хоз-во. 1975. № 9.
4. Р е з н и ч е н к о П.Н., Г у л и д о в М.В. Зависимость выживания леща (*Abramis brama* L.) от температуры инкубации // Эколого-морфологические и эколого-физиологические исследования развития рыб. М., 1978.
5. F r y F.E. The effect of environmental factors on the physiology of fish // Fish Physiology. New York; London, 1971. N 6.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В.В. Кузьмина, И.Л. Голованова,  
Г.И. Извекова

# ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ВСАСЫВАНИЯ ГЛЮКОЗЫ В КИШЕЧНИКЕ РЫБ

Проблема транспорта нутриентов в кишечнике морских и пресноводных рыб привлекает внимание многих исследователей. При изучении этих процессов используются разные методические приемы: инкубация полосок или колец кишки, техника вывернутых мешочков, перфузия. При этом состав солевых растворов, концентрация субстратов, время инкубации, а также условия аэрации значительно варьируют [5]. Указанные обстоятельства затрудняют возможность сравнения имеющихся данных.

В связи с этим нами проведено изучение влияния некоторых факторов на процесс всасывания сахаров в кишечнике леща с использованием принятой отечественными исследователями методики инкубации прошитых полосок кишки *in vitro*, являющейся модификацией аккумулирующего препарата слизистой (АПС) [3]. Сравнивали интенсивность аккумуляции глюкозы при инкубации полосок кишки в течение 1 ч в 0,5–1,0 мМ растворах глюкозы, приготовленных на различных солевых растворах (рН 7,4). Уровень аккумуляции глюкозы выражали в миллимолях на литр в расчете на 0,1 г сырой массы ткани.

## Влияние солевого состава растворов

Состав солевых растворов, г/л

№ 1		№ 2	
NaCl	- 3,70	NaCl	- 6,50
KCl	- 0,32	KCl	- 0,14
CaCl <sub>2</sub>	- 0,16	CaCl <sub>2</sub>	- 0,12
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	- 0,10	NaHCO <sub>3</sub>	- 0,10
MgSO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O	- 0,16		
NaHCO <sub>3</sub>	- 1,76		

Интенсивность аккумуляции глюкозы в растворе № 1 составляет  $(1,40 \pm 0,20)$  мМ, в растворе № 2 –  $(2,43 \pm 0,22)$  мМ. Статистически достоверные различия, вероятно, обусловлены большим содержанием в солевом растворе № 2 ионов натрия, транспорт которых стимулирует аккумуляцию сахаров, и меньшим содержанием ионов калия, ингибирующих эти процессы [2].

Влияние условий аэрации. Аэрация полосок кишки проводилась в условиях продувания через инкубационный раствор кислорода и воздуха. Одна серия опытов проведена без аэрации. При этих условиях в инкубационном растворе до погружения в него кишечных

препаратов содержание кислорода по Винклеру в первом случае составляло ( $51.4 \pm 0.3$ ) мг/л (567% насыщения), во втором - ( $13.7 \pm 0.3$ ) мг/л (151% насыщения) и в третьем - 13.2 мг/л (146% насыщения). При нормальных условиях (22 °C, 760 мм рт. ст.) содержание кислорода в дистиллированной воде составляет 9.06 мг/л [1].

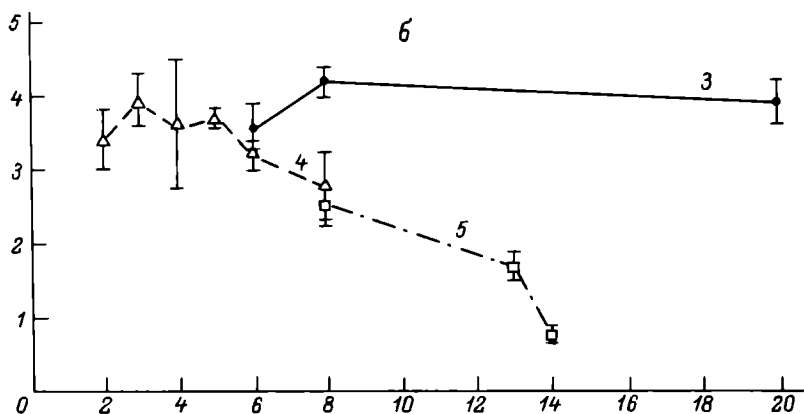
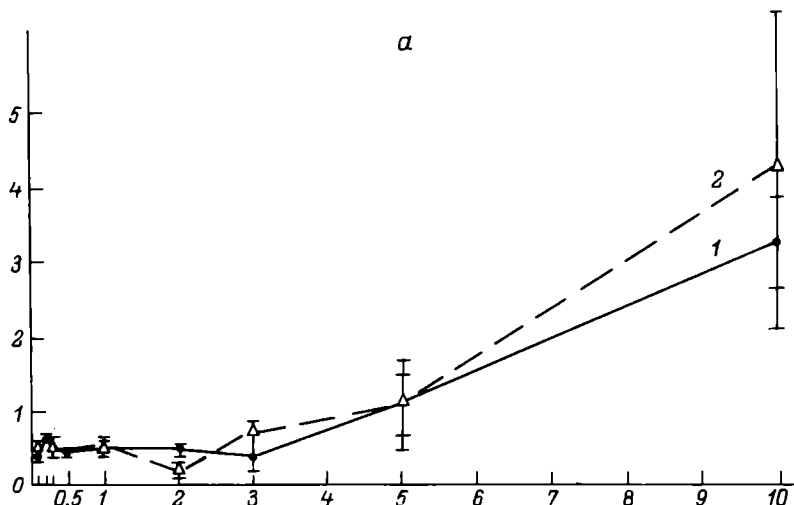
В зависимости от концентрации глюкозы в инкубационном растворе отсутствие аэрации вызывало различный эффект: достоверное снижение уровня аккумуляции в 10 мМ растворе глюкозы (от ( $3.1 \pm 0.1$ ) до ( $1.9 \pm 0.5$ ) мМ) и недостоверное снижение при инкубации в 2.5 мМ растворе глюкозы (от ( $1 \pm 0.26$ ) до ( $0.7 \pm 0.3$ ) мМ). Выявлено последовательное уменьшение транспорта глюкозы в ряду: 1)  $O_2$ , 2) воздух, 3) отсутствие аэрации - ( $3.1 \pm 0.1$ ), ( $2.54 \pm 0.36$ ), ( $1.9 \pm 0.54$ ) мМ соответственно. Эти результаты подтверждают данные, полученные на высших позвоночных животных, о стимуляции транспорта сахаров в присутствии кислорода и об ингибирующем действии аноксии [4].

При изучении транспортных процессов практикуется инкубация 3-5 препаратов кишки в сосуде с 40-50 мл инкубационного раствора, однако для решения некоторых задач необходима раздельная инкубация исследуемых препаратов. В связи с этим изучали влияние условий инкубации, сохраняя объем инкубационного раствора, приходящийся на один препарат (15 мл), на уровень аккумуляции глюкозы. И в случае инкубации 3 препаратов кишки в 45 мл и при инкубации 1 препарата в 15 мл получены сходные такие результаты: ( $2.24 \pm 0.25$ ) и ( $2.30 \pm 0.20$ ) мМ соответственно.

Влияние объема инкубационной среды. Опыты по выяснению влияния объема инкубационного раствора (5 и 15 мл) на транспорт глюкозы в кишечнике плотвы показали, что достоверные различия в интенсивности аккумуляции глюкозы, образующейся при гидролизе крахмала, отсутствуют.

Объем инкубационной среды, мл	Интенсивность аккумуляции глюкозы, мМ	
	кислород	воздух
5	$0.97 \pm 0.46$	$1.91 \pm 0.24$
15	$1.33 \pm 0.59$	$1.56 \pm 0.47$

Влияние концентрации инкубационного раствора. Данные по влиянию концентрации инкубационного раствора на транспорт глюкозы показывают, что при увеличении концентрации глюкозы наблюдается усиление транспорта (см. рисунок). При концентрации меньшей 0.5 мМ наблюдается противогradientный транспорт глюкозы. При более высоких концентрациях противогradientный транспорт глюкозы не отмечался. Различия между интенсивностью аккумуляции глюкозы в слизистой кишки и в препаратах, включающих все ткани кишки, не достоверны. Например, при концентрации глюкозы 5 мМ



Влияние концентрации глюкозы в инкубационном растворе (а) и выдерживания рыб в аквариуме в условиях голодания (б) на интенсивность аккумуляции глюкозы в слизистой кишечника леща.

1 — полоска кишки, 2 — слизистая оболочка, 3 — зима, концентрация глюкозы 10 мМ, 4 — лето, концентрация глюкозы 10 мМ, 5 — лето, концентрация глюкозы 2.5 мМ. По оси ординат — интенсивность аккумуляции глюкозы, мМ; по оси абсцисс — сутки (б).

аккумуляция в слизистой и в отрезках кишки составила  $(1.11 \pm 0.6)$  и  $(1.05 \pm 0.4)$  мМ соответственно.

Влияние голодания на интенсивность аккумуляции глюкозы. Основные опыты по изучению транспортных характеристик кишечника выполнялись на рыбах, выдержанных в аквариумах не менее 2 сут без пищи. В специальных экспериментах по влиянию более продол-

жительных сроков голодания установлено следующее. Зимой в период выключенного экзогенного питания у леща, выдержанного в аквариуме 6, 8 и 20 сут, не выявлено существенных различий в уровне аккумуляции глюкозы при инкубации в 10 мМ растворах глюкозы. Аккумуляция составила  $(3.6 \pm 0.3)$ ,  $(4.2 \pm 0.2)$  и  $(3.9 \pm 0.3)$  мМ глюкозы соответственно. В летний период, начиная со второй недели голодания, отмечалось снижение транспорта глюкозы. Так, при концентрации инкубационного раствора 2.5 мМ на 8-е сутки голодания уровень аккумуляции составил  $(2.61 \pm 0.2)$  мМ, на 14-е сутки —  $(0.8 \pm 0.1)$  мМ.

Помимо влияния вышеизложенных факторов на уровень аккумуляции глюкозы в полосках кишки необходимо учитывать наличие проксимодистального градиента всасывания сахаров (максимальная аккумуляция наблюдается во второй половине кишки) и различное соотношение массы слизистой и мышечной оболочек в различных участках кишки. Действительно, в летний период соотношение массы слизистой и мышечной оболочек в переднем, среднем и заднем участках кишки (25%, 58% и 17% от длины кишки) составляет 70:30, 60:40 и 40:60 соответственно.

Таким образом, при исследовании влияния ряда факторов на уровень аккумуляции глюкозы в кишечнике леща установлено, что солевой состав инкубационного раствора, концентрация субстрата, газовая среда, время предварительного выдерживания рыб в аквариуме, а также структурная и функциональная топография кишечника существенно влияют на получаемые результаты. Для получения сопоставимых результатов необходима стандартизация условий инкубации кишечных препаратов в растворах нутриентов.

## Л и т е р а т у р а

1. А л е к и н О.А., С е м е н о в А.Д., С к о п и н - ц е в Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973.
2. Н и к о л ь с к и й Н.Н. Физиология всасывания. Л., 1977. 285 с. (Руководство по физиологии).
3. 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.
4. У г о л е в А.М. Мембранное пищеварение, полисубстратные процессы. Организация и регуляция. Л., 1972.
5. F e r r a r i s R., A h e r n G. Sugar and amino acid transport in fish intestine // Comp. Biochem., Physiol. 1984. Vol. 77, N 3.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

А.М. С в и р с к и й, В.В. Л а п к и н

СЕЗОННАЯ И ВОЗРАСТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ  
ИЗБИРАЕМЫХ ТЕМПЕРАТУР У РЫБ  
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА:  
1. ОКУНЬ (*PERCA FLUVIATILIS* L.)

Знания о сезонных и возрастных изменениях избираемых температур позволяют судить о термальных оптимумах животных и поэтому важны как для понимания адаптивных возможностей холодно-кровных животных, так и для решения многих вопросов рыбохозяйственной практики, в частности для интенсификации роста и управления поведением гидробионтов. В данном сообщении приводятся результаты исследования температур, избираемых в термоградиентных условиях окунем разного возраста в различные сезоны года.

Рыб для опытов отлавливали в прибрежье Волжского плёса Рыбинского водохранилища, а личинок на ранних стадиях развития получали из икры, проинкубированной в лабораторных условиях. Подопытных окуней акклимировали в течение 1–2 нед в условиях лаборатории с температурным режимом, близким к водоемному, кормили во время акклимации и в ходе опытов. Фотопериод сохраняли естественным. Опыты проводили на одноразмерных группах по 5–15 особей в установках с непроточной водой и горизонтальным градиентом температур (0,03–0,11 °C на сантиметр). Распределение рыб в градиенте температур регистрировали визуально в светлое время на протяжении 10–15 сут. За избираемую принимали среднюю температуру, вычисленную из статистически не отличающихся друг от друга значений в последние 5 сут пребывания рыб в термоградиенте (конечная избираемая температура по Фрау) [1].

Сеголетки и годовики окуня осенью, зимой и весной в основном выбирали такую же температуру, что и летом (табл. 1). Лишь в двух опытах часть рыб в ноябре и декабре предпочла низкую, соответствующую сезонному значению температуру в водоеме. Поскольку установка для исследования молодежи имела размеры 300х20х15 см и позволяла использовать выборки с небольшим количеством годовиков, то для получения более репрезентативных зимних данных был проведен дополнительный опыт одновременно с 50 особями. Для этого годовиков окуня, акклимированных к 2 °C, посадили в установку размером 1000х50х50 см. Через 8 сут установку перегородили на два отсека с температурами от 0 до 15 °C в одном и от 16 до 30 °C в другом. В отсеке с температурой ниже 16 °C оказалось 4 особи, а в отсеке с высокими температурами – 46. Этот опыт подтвердил, что основная масса молодежи окуня в свою первую зиму в термоградиенте выбирает легкий уровень температуры и лишь незначительная ее часть (менее 7%) предпочитает оставаться в зимних условиях.

Т а б л и ц а 1

Избираемые температуры у окуня в различные сезоны года

Сезон	Возраст рыб	Количество рыб, экз.	Длина тела, мм	Масса тела, г	Температура акклимации, °С	Избираемая температура, °С ( $\bar{X} \pm tS_x$ )*
Лето	0 <sup>+</sup>	45	8-58	0,1-2,4	14,0-23,0	25,5±0,3
Осень	0 <sup>+</sup>	49	32-75	1,2-4,1	5,0-17,0	26,7±0,3
	0 <sup>+</sup>	3	58-66	2,7-3,2	5,0	3,5±0,2
Зима	1	18	71-90	5,2-11,2	2,8-5,7	25,6±0,4
	1	2	60-80	2,9-8,8	3,4	3,5±0,2
Весна	1	20	67-86	3,1-8,2	5,0-7,0	26,3±0,3
Лето	1 <sup>+</sup> -3 <sup>+</sup>	22	103-181	20,1-91,0	14,0-22,0	25,0±0,6
Осень	1 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	25	82-120	8,0-31,4	9,0-16,6	24,7±0,3
	1 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	8	90-115	9,0-12,5	9,0-12,5	7,0±0,7
Зима	2-3	8	100-174	19,9-83,0	2,4-3,0	23,8±0,8
	2-4	10	102-215	19,1-281	2,4-3,0	5,3±0,4
Весна	2	32	90-156	8,4-63,0	2,6-10,0	22,5±0,4
	2-3	18	92-150	11,0-60,0	2,6-8,2	8,2±0,5
Лето	4 <sup>+</sup> -5 <sup>+</sup>	16	189-260	146-375	13,2-21,3	23,0±0,6
	5 <sup>+</sup> -7 <sup>+</sup>	5	250-276	278-370	13,2-18,0	10,2±0,7
Осень	-	-	-	-	-	-
Зима	4-7	14	200-324	131-805	1,1-2,0	7,0±0,6
Весна	4-9	38	192-323	124-815	2,6-8,2	9,1±0,3

\*  $\bar{X}$  - средняя арифметическая величина избираемой температуры за сезон,  $S_x$  - ошибка репрезентативности,  $t$  - нормированное отклонение при  $P=0.95$ .

Однако выборки, состоящие из окуней возрастом от 2 до 4 лет, поздней осенью, зимой и ранней весной почти всегда образовывали в термоградиенте две группы: „теплую“, выбирающую высокие температуры, от 22 до 25 °С, и „холодную“, предпочитающую низкие температуры, от 5 до 8 °С (табл. 1). При этом доля рыб, составляющих „холодную“ группу, увеличивалась от 40 до 85% по мере увеличения возраста рыб в выборках. Летом все окуни от 2-леток до 4-леток избирали один уровень – в среднем 25 °С. Окуни старше 4 лет зимой и весной постоянно выбирали только низкие температуры, не больше 13 °С, а летом – высокие, в среднем 23 °С. Образование „теплой“ и „холодной“ групп у них наблюдалось лишь в начале июня. Таким образом, у молоди окуня избираемая температура не зависела от сезона, но начиная с возраста 1 год часть рыб в популяции приобретала способность выбирать температуры, соответствующие сезону. Доля таких рыб повышалась по мере увеличения возраста, а окуни старше 4 лет уже все имели зависимую от сезона года избираемую температуру.

Годовики преимущественно состояли из неполовозрелых особей, окуни более старшего возраста содержали как половозрелых, так и неполовозрелых рыб, а окуни старше 4 лет все были половозрелыми. Поэтому выбор окунями низких температур в осеннее, зимнее и весеннее время мы связываем с наступлением половой зрелости. Этот вывод подтверждается другими данными о температурных требованиях окуневых. Для нормального созревания гонад и последующего успешного нереста окуням в зимний период на протяжении определенного времени необходимо воздействие низких температур. Так, у американского желтого окуня (*Perca flavescens* (Mitchill)) – вида, близкого к обыкновенному окуню, оптимумом в течение 185 сут является температура 6 °С. Увеличение температуры или сокращение периода воздействия ведет к снижению числа рыб, участвующих в нересте. Если зимние температуры не опускаются ниже 12 °С, то созревания половых продуктов у желтого окуня не происходит [2]. Итак, появление сезонных изменений избираемой температуры у окуня зависит не столько от возраста календарного – количества лет, сколько от возраста биологического – времени наступления половой зрелости.

С достижением определенных этапов развития связаны другие, менее значительные, чем сезонные, изменения избираемой температуры. Окуни, взятые на вторые сутки после выклева, в термоградиенте на протяжении 5 сут оставались в пределах тех температурных границ, при которых происходила инкубация икры (13–15 °С). Однако личинки, перешедшие на внешнее питание, уже имели четкую реакцию на градиент температур, выбирая 23.7 °С из температуры акклимации 17 °С (табл. 2). По мере дальнейшего развития личинки, а затем и мальки избирали все более высокую температуру с максимумом 28.4 °С в ноябре. Часть самцов, хотя и незначительная, становилась половозрелой уже на первом году жизни, поэтому, начиная с годовиков, окуни фактически обладали двумя избираемыми уровнями: верхним, или летним, который неполовозрелые особи



Т а б л и ц а 2

Избираемые температуры у окуня в зависимости от возраста рыб

Возраст	Количество рыб, экз.	Средняя длина тела, мм	Средняя масса рыбы, г	Избираемая температура, °C
2 сут	14	6,3	—	14.5+0,6
1 мес	38	9,8	0,13	23.7+0,4
2 мес	13	14,7	—	25.2+0,4
3 мес	32	33,9	0,65	25.6+0,2
4 мес	20	41,2	1,0	25.8+0,3
5 мес	12	58,5	2,45	25.8+0,7
6 мес	17	62,0	3,24	28.4+0,6
1 год	63	86	8,28	25.7+0,6
	13	82	7,1	3.7+0,4
2 года	43	138	43,0	23.4+0,5
	22	120	25,8	6.7+0,5
3 года	10	176	91,0	22.5+0,4
	5	182	99,3	6.0+0,6
4 года	8	206	148	23.0+0,6
	27	220	221	9.2+0,7
5 лет	13	246	275	23.3+0,4
	17	249	278	8.9+0,7
6 лет	—	—	—	—
7 лет	4	281	407	22.0+0,5
	14	288	435	9.3+0,6
8 лет	—	—	—	—
9 лет	1	315	805	10.8+0,6

выбирали на протяжении всего года, а половозрелые — только летом, и нижним, или зимним, который половозрелые особи выбирали осенью, зимой и весной. Верхний уровень избираемой температуры, начиная с годовиков, постепенно снижался, пока не достигал 23 °C у рыб возрастом 4 года и старше (табл. 2). Уровень зимних избираемых температур, наоборот, по мере увеличения возраста рыб повышался приблизительно с 4 °C у годовиков до 9 °C у рыб возрастом 4 года, а затем практически не изменялся.

В целом модель адаптации популяции окуня к температуре представляется следующей: неполовозрелые особи независимо от сезона года проявляют один уровень избираемой температуры, отвечающий в природе летним значениям, а половозрелые особи имеют два уровня избираемой температуры: летний и зимний, которые по мере роста организма сближаются.

1. Лапкин В.В., Свирский А.М., Голованов В.К. Возрастная динамика избираемых и легальных температур рыб // Зоол. журн. 1981. Т. 60, вып. 12.
2. H o k a n s o n К.Е.Е. Temperature requirements of some percids and adaptations to the seasonal temperature cycle // J. Fish. Res. Board Canada. 1977. Vol. 34, N 10.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

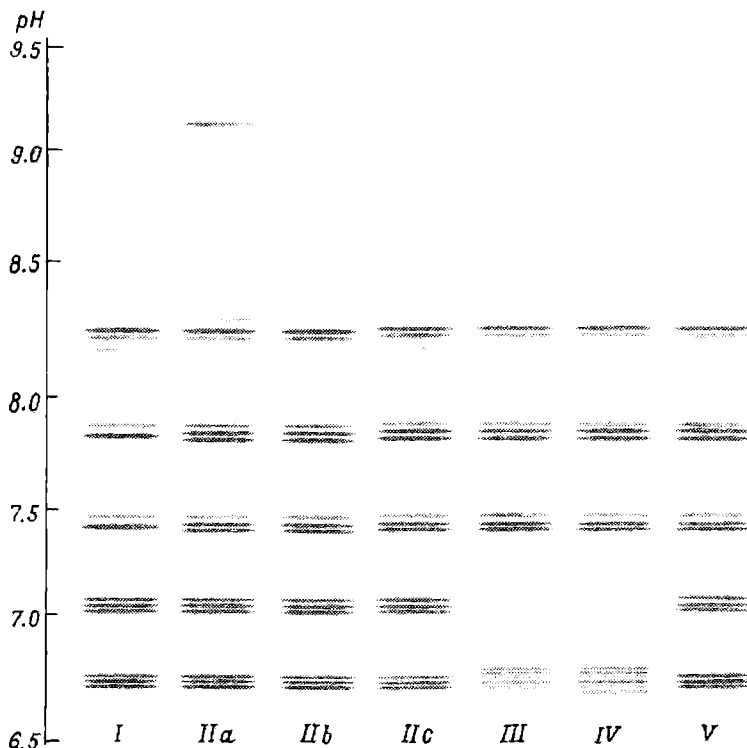
УДК 597-111

А.С. В а с и л ь е в

ГЕТЕРОГЕННОСТЬ И ПОЛИМОРФИЗМ  
ГЕМОГЛОБИНА ПЛОТВЫ  
(*RUTILUS RUTILUS* L.)

На сегодняшний день одним из новейших методов биохимии является изоэлектрическое фокусирование (ИЭФ), т.е. разделение белков в градиенте рН в соответствии с различиями в изоэлектрических точках (pI) каждого компонента. В ряде случаев данный метод позволяет разделять молекулы гемоглобина, различающиеся лишь по одной аминокислоте, что было показано на гемоглобине человека [1]. К моменту начала нашего исследования нам было известно лишь одно сообщение относительно фракционной структуры гемоглобина плотвы [2], авторы которого методом электрофореза в крахмальном геле разделили гемоглобин плотвы на 2 компонента, более медленный из которых по относительноному содержанию белка значительно превосходил более быстрый.

В настоящем сообщении представлены результаты изучения фракционного состава гемоглобина плотвы, выполненного методом ИЭФ на амфолиновых пластинках 5%-ного полиакриламидного геля (диапазон рН 3.5-9.5) на приборе Мультифор (ЛКБ, Швеция). Отлов рыб производили на Верхней Волге (Рыбинское водохранилище, район пос. Борок) в первой декаде мая 1983 и 1984 гг. В общей сложности проанализировано 155 особей. Анализ полученных гемоглобинограмм позволил выявить высокую гетерогенность (35-48 компонентов) и полиморфизм гемоглобина плотвы. Изоэлектрические точки компонентов гемоглобина лежат в диапазоне рН 6.68-9.44. Гемоглобинограммы всех исследованных рыб имеют общий план строения, позволяющий выявить у них 6 основных фракций (1-6), включающих от 3 до 6 компонентов. Между ними располагаются 4-5 компонентов, значительно уступающих первым по



Гемоглобинограммы плотвы (Нв-I, Нв-II<sub>a</sub>, Нв-II<sub>b</sub>, Нв-II<sub>c</sub>, Нв-III, Нв-IV, Нв-V) по данным ИЭФ.

относительному содержанию белка. По количеству основных компонентов в отдельных фракциях выделяли фенотипы (Нв-Нв-II, Нв-III и т.д.). У плотвы обнаружено 5 фенотипов гемоглобина (см. рисунок; табл. 1).

Чтобы выявить различия между отдельными фенотипами гемоглобина плотвы, рассмотрим последовательно каждую фракцию (табл. 2). П е р в а я фракция у Нв-I, Нв-II и Нв-V включает по 3 идентичных компонента (см. рисунок) с изоэлектрическими точками 6.70, 6.71 и 6.73 и содержит несколько более 13% шего белка гемоглобина: 13.17%<sup>1</sup> и 13.42% соответственно у Нв-II и 14.45% у Нв-V. Первая фракция у Нв-III включает 5 компонентов, где кроме уже отмеченных 3 компонентов присутству еще 2 с изоэлектрическими точками 6.74 и 6.76. Хотя число компонентов увеличилось с 3 до 5, суммарное количество белка, входящее на фракцию, осталось на том же уровне - 12.97%.

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

Т а б л и ц а 1

Полиморфизм гемоглобина крови плотвы (*Rutilus rutilus* L.)

Фенотип	Число компонентов	Частота встречаемости, %	Количество особей
Hb-I	40	9.0	14
Hb-II	42-44	76.8	119
Hb-III	46	7.8	12
Hb-IV	48	0.8	1
Hb-V	37	5.8	9

имеющих Hb-IV, появляется еще 1 добавочный компонент (pI 6.68), вследствие чего общее число компонентов этой фракции становится равным 6, а суммарное относительное содержание белка - 18.11%.

Во второй фракции Hb-I, Hb-II и Hb-V находится по 3 компонента (см. рисунок; табл. 2) с изоэлектрическими точками 7.00, 7.02, 7.06, которые в сумме составляют 13.57, 12.72 и 15.04% белка гемоглобина соответственно у Hb-I, Hb-II и Hb-V. В этой же фракции у Hb-III - 5 компонентов, из которых 2 наиболее кислых соответствуют 2 наиболее кислым у Hb-I, Hb-II и Hb-V, а 3 имеют индивидуальные изоэлектрические точки - 7.04, 7.07, 7.09. Суммарное относительное содержание белка в 5 компонентах - 15.57%. У Hb-IV во второй фракции - 6 компонентов, лишь 2 из которых (pI 7.00 и 7.09) были встречены у рассмотренных выше фенотипов, а 4 (pI 7.01, 7.03, 7.05, 7.10) - ранее не встречались. Относительное содержание белка данной фракции сходно с таковым у Hb-III и Hb-V и в сумме составляет 15.18%.

Третья фракция (см. рисунок; табл. 2) у Hb-I представлена 2 компонентами (pI 7.41 и 7.45), причем первый из них более чем в 2 раза превосходит второй по относительному содержанию белка ( $\bar{x}=7.12\%$ ,  $S\bar{x}=0.118$  против  $\bar{x}=2.99\%$ ,  $S\bar{x}=0.024$ ). У остальных фенотипов (Hb-II-Hb-V) третья фракция включает по 3 компонента, 1 из которых (pI 7.45) имеется и у Hb-I. Изоэлектрические точки 2 других компонентов равны 7.40 и 7.42. По относительному содержанию белка каждый из них меньше компонента (pI 7.41) Hb-I, но в сумме они превосходят его и составляют от 8.37 (Hb-IV) до 9.38% (Hb-V).

Расположение и удельный вес компонентов четвертой фракции (см. рисунок; табл. 2) идентичны аналогичным показателям для третьей фракции, с той лишь разницей, что компоненты гемоглобина имеют более высокие значения изоэлектрических точек: 7.82 и 7.88 у Hb-I и 7.80, 7.85 и 7.88 у Hb-II-Hb-V.

Пятая фракция (см. рисунок; табл. 2) у большинства фенотипов (Hb-I, Hb-III, Hb-IV, Hb-V) представлена 4 компонентами (pI 8.16, 8.22, 8.26, 8.34), среди которых заметно повышение относительного содержания белка с 2.52-2.92% в первом компоненте до 4.64-6.33% в третьем компоненте и падение

Т а б л и ц а 2

Фракционный состав гемоглобина крови плотвы

(Rutilus rutilus L.)

Фракция	Диапазон рН	Фенотип				
		НВ-I	НВ-II	НВ-III	НВ-IV	НВ-V
Первая	6.68-6.76	<u>3</u> 13.17	<u>3</u> 13.42	<u>5</u> 12.97	<u>6</u> 18.11	<u>3</u> 14.45
	6.77-6.91	<u>4</u> 4.56	<u>4</u> 5.15	<u>4</u> 4.64	<u>4</u> 3.96	<u>4</u> 5.90
Вторая	7.00-7.10	<u>3</u> 13.57	<u>3</u> 12.72	<u>5</u> 15.57	<u>6</u> 15.18	<u>3</u> 15.04
	7.12-7.28	<u>4</u> 3.57	<u>4</u> 4.14	<u>4</u> 3.86	<u>4</u> 4.70	<u>4</u> 4.15
Третья	7.40-7.45	<u>2</u> 10.11	<u>3</u> 11.74	<u>3</u> 12.70	<u>3</u> 12.48	<u>3</u> 13.36
	7.52-7.71	<u>4</u> 1.91	<u>4</u> 2.76	<u>4</u> 3.89	<u>4</u> 3.02	<u>4</u> 3.05
Четвертая	7.80-7.88	<u>2</u> 9.72	<u>3</u> 11.77	<u>3</u> 12.73	<u>3</u> 12.31	<u>3</u> 12.98
	7.95-8.09	<u>5</u> 6.16	<u>5</u> 4.54	<u>5</u> 5.74	<u>5</u> 4.44	<u>5</u> 4.94
Пятая	8.16-8.34	<u>4</u> 16.67	<u>6</u> 18.12	<u>4</u> 13.93	<u>4</u> 12.90	<u>4</u> 16.22
	8.50-8.93	<u>4</u> 2.90	<u>4</u> 3.64	<u>4</u> 4.32	<u>4</u> 2.69	<u>4</u> 9.92
Шестая	9.10-9.44	<u>5</u> 17.74	<u>5</u> 13.90	<u>5</u> 9.43	<u>5</u> 10.21	-

П р и м е ч а н и е. Над чертой - число компонентов во фракции, под чертой - суммарное относительное содержание белка, %.

его до 1.87-2.78% в четвертом компоненте. У НВ-II в пятой фракции обнаруживаются 4 или 6 компонентов, которые могут располагаться тремя различными способами (см. рисунок), что и послужило основанием для выделения трех вариаций (а, в, с).

Ш е с т а я ф р а к ц и я (см. рисунок; табл. 2) у первых 4 фенотипов (НВ-I-НВ-IV) состоит из 5 компонентов с изоэлектрическими точками 9.10, 9.22, 9.32, 9.37, 9.44. Относительное содержание белка, приходящееся на эти компоненты, значительно варьирует и в сумме доходит до 17.74% (НВ-I). У НВ-V эти компоненты отсутствуют, но появляются 4 компонента с более низкими значениями изоэлектрических точек (8.61, 8.72, 8.79, 8.88). По относительному содержанию белка эти компоненты примерно равны между собой и в сумме составляют 9.92%. На основании этой осо-

бенности и был выделен Нв-У плотвы. В остальном же Нв-У идентичен Нв-II (вариации Нв-II<sub>В</sub>).

Между рассмотренными фракциями располагаются еще по 4-5 компонентов гемоглобина (см. рисунок, табл. 2); суммарно 21 компонент у Нв-I-Нв-IV и 17 - у Нв-У. Относительное содержание белка составляет около 20%.

Таким образом, методом ИЭФ у плотвы впервые обнаружена столь высокая гетерогенность гемоглобина (35-48 компонентов). Выявленный нами полиморфизм (5 фенотипов) фракционного состава гемоглобина, вероятно, является одним из показателей высокой экологической пластичности вида.

## Л и т е р а т у р а

1. Jeppson J.O., Berglund S. Thin-layer isoelectric focusing for haemoglobin screening and its application to haemoglobin Malmö // Clin. chim. acta. 1972. N 40.
2. Perez J.E., Maclean N. Ontogenetic changes in haemoglobins in roach, *Rutilus rutilus* (L.) and rudd, *Scardinius erythrophthalmus* (L.) // J. Fish Biol. 1974. Vol. 6, N 4.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

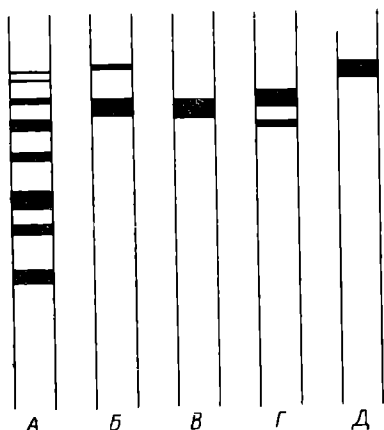
УДК 597-111

Г.И. Карнаухов

## ГАПТОГЛОБИНЫ У НЕКОТОРЫХ РЫБ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО КОМПЛЕКСА

Среди специализированных транспортных глобулинов важная роль принадлежит гликопротеиду - гаптоглобину, входящему в состав глобулинов. Характерное свойство этого белка - способность образовывать комплексы с растворенным в плазме гемоглобином, препятствуя тем самым выводу железа из организма при деструкции эритроцитов.

Сывороточный гаптоглобин обнаружен около 50 лет назад, но привлек к себе внимание исследователей только после классических работ Смитса [7], показавшего с помощью электрофореза в крахмальном геле существование у человека трех генетически детерминированных типов гаптоглобинов: Hp 1-1, Hp 2-1 и Hp 2-2. Им было установлено, что скорость миграции в крахмальном геле различных типов гемоглобина человека определяется величиной моле-



Электрофоретический состав гаптоглобинов человека и некоторых растительоядных рыб.

А — человек (тип 2-1); Б, В — белый толстолобик; Г — пестрый толстолобик; Д — белый амур.

кулярной массы комплекса Нр-Нв, которая зависит от количества молекул гемоглобина, связанных с тем или иным типом гаптоглобина.

Несмотря на относительную давность открытия гаптоглобина, его изучение в сравнительном плане до сих пор не получило достаточного развития. Большинство имеющихся литературных данных относится к высшим позвоночным [5]. Литература о наличии гаптоглобинов у рыб исчерпывается единичными сообщениями [2, 3, 6] и не позволяет составить достаточно полного представления о широте распространения, степени гетерогенности и типах гаптоглобинов у различных по организации рыб.

В настоящей работе приведены результаты исследования гаптоглобинов белого амура, белого и пестрого толстолобиков.

Пробы крови отбирали на экспериментальном рыбозаводном заводе „Краснодарский“ Краснодарского края каудотомией или с помощью шприца из хвостовой вены. Раствор чистого гемоглобина получали по методике, описанной ранее [1]. Смесь сыворотки и гемоглобина (5 : 1) инкубировали при 0 °С в течение 16 ч и подвергали электрофоретическому анализу в 7%-ном полиакриламидном геле. Идентификацию гаптоглобинов в сывороточном спектре белков проводили с помощью бензидинового метода [4]. Зоны гаптоглобина проявлялись в виде синих полос на светлом фоне, которые сразу же зарисовывали, поскольку в дальнейшем происходило ослабление границ и искажение электрофоретической картины гаптоглобинов в результате избытка гаптоглобина и пероксидазной активности.

У всех 3 видов нами был обнаружен гаптоглобин в сыворотке крови. Если сравнить электрофоретическую подвижность гаптоглобинов белого амура, белого и пестрого толстолобиков с относительной подвижностью гаптоглобинов человека, то она окажется значительно ниже (см. рисунок). Гаптоглобин пестрого толстолобика был представлен двумя компонентами с относительной электрофоретической подвижностью 0,28 и 0,21.

При анализе гаптоглобина белого толстолобика нами было отмечено два типа: однокомпонентный (Нр-I) с относительной электрофоретической подвижностью компонента 0,23 и двухкомпонентный (Нр-II) с относительной подвижностью компонентов 0,22 и 0,13. Двухкомпонентный гаптоглобин имели 69,9% исследованных рыб.

У белого амура был выявлен лишь один компонент гаптоглобина с электрофоретической подвижностью 0.14.

Некоторые авторы [8] выводят зависимость между электрофоретической подвижностью комплекса Нр-Нв и подвижностью гаптоглобина и гемоглобина. Можно предположить, что низкая электрофоретическая подвижность комплекса Нр-Нв у амура и толстолобиков является следствием незначительной относительной электрофоретической подвижности компонентов гемоглобина у этих рыб.

Это подтверждают и данные Коена [6], по мнению которого у исследованных им рыб имеется только один тип молекулы гаптоглобина, а разная электрофоретическая подвижность компонентов обусловлена наличием двух комплексов Нр-Нв: один комплекс с одной молекулой гемоглобина (быстрый компонент), а другой с двумя молекулами гемоглобина (медленный компонент). У рыб полностью отсутствует тип гаптоглобина (Нр 1-1), который образует комплексное соединение только с одной молекулой гемоглобина независимо от степени насыщения им сыворотки.

Таким образом, изученный нами гаптоглобин растительноядных рыб носит черты видоспецифичности. Степень гетерогенности комплекса Нр-Нв, по всей вероятности, объясняется различной степенью насыщения гемоглобином гаптоглобина, а низкая электрофоретическая подвижность его обусловлена значительной молекулярной массой.

## Л и т е р а т у р а

1. Лукьяненко В.И., Гераскин П.П. Динамика формирования фракционного состава гемоглобина в раннем онтогенезе русского осетра (*Acipenser guldenstadti* Brandt) // Докл. АН СССР. 1971. Т. 198, № 5.
2. Лукьяненко В.И., Попов А.В. Гаптоглобины рыб. Физиология и биохимия низших позвоночных. Л., 1974.
3. Нефедов Г.Н. Сывороточные гаптоглобины морских окуней // Вестн. МГУ. Биология и почвоведение. 1969, № 1.
4. Рекомендации по использованию электрофоретических данных при межпопуляционных и межвидовых сравнениях. Владивосток, 1980.
5. Туманов А.К. Сывороточные системы крови. М., 1968.
6. K o e n R.K. Serum haptoglobins in some North American catostomid fishes // Comp. Biochem., Physiol. B. 1966. Vol. 17, N 1.
7. S m i t h i e s O., C o n n e l G.E., D i x o n G.H. Chromosomal rearrangements and the evolution of haptoglobin genes // Nature. 1962. Vol. 196, N 4851.
8. V e r s t r a e t e A., S t o c k J. van der, M a t t h e e u w s D. Biochemische beschou-



Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

УДК 597.442 - 1.05 + 591.111.2

А.М. Андреева

## УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕМОГЛОБИНА ОСЕТРОВЫХ РЫБ К ДЕГИДРАТИРУЮЩЕМУ ДЕЙСТВИЮ СУЛЬФАТА АММОНИЯ

Исследование выполнено на 4 видах осетровых рыб: белуге (*Huso huso* L.), русском осетре (*Acipenser güldenstadtii* Br.), севрюге (*A. stellatus* P.) и стерляди (*A. ruthenus* L.). Отлов рыб проводили в Волге под г. Волгоградом. Методика получения чистого гемоглобина описана ранее [3]. Тип гемоглобина (окси- и метгемоглобин) определяли по поглощению  $\gamma'$ -полосы. Оксиформа имеет спектр поглощения при  $\lambda_{\gamma'}=412-416$  нм, а метформа — при  $\lambda_{\gamma'}=406-408$  нм. Фракционный состав выявляли с помощью диск-электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ). Электрофореграммы окрашивали Кумасси R=250 и бензидиновым реактивом [1].

В ходе исследования установлено, что при 75% насыщения сульфатом аммония у всех исследованных видов наблюдается достаточно быстрый переход оксигемоглобина в метформу с последующей преципитацией. Скорость перехода различна: растворы гемоглобина стерляди и осетра меняют окраску от красной до бурой практически мгновенно, гемоглобины севрюги и белуги — через 20–40 мин. Скорости преципитации также различаются: гемоглобины стерляди и осетра выпадают в осадок через 20–30 мин, севрюги и белуги — от 1–2 ч до 2 сут (при концентрации гемоглобина в пробах 0.7%). Центрифугированием при 6000 об/мин преципитат отделяли от надосадочной жидкости, растворяли в 60 мМ фосфатном буфере при pH 8 и разгоняли в ПААГе. Положительное окрашивание электрофореграмм бензидиновым реактивом свидетельствует о том, что осадок представляет собой гемоглобин. При использовании сульфата аммония гемоглобин осаждается в виде кристаллов. По размерам кристаллы четко делятся на две группы: I — 1200х300 мкм у белуги и севрюги, II — 100х100 мкм у стерляди и осетра. Гемоглобины обеих групп кристаллизуются в тетра- и гексагональной сингониях (рис. 1). Гемоглобины стерляди и осетра в пределах перечисленных типов симметрий могут иметь большое разнообразие форм в основном за счет неправильных кристаллов (скошенные призмы, двойники прорастания и т.п.). Гемоглобин человека при 75% насыщения раствора солью остается в оксиформе и преципитирует через несколько суток.

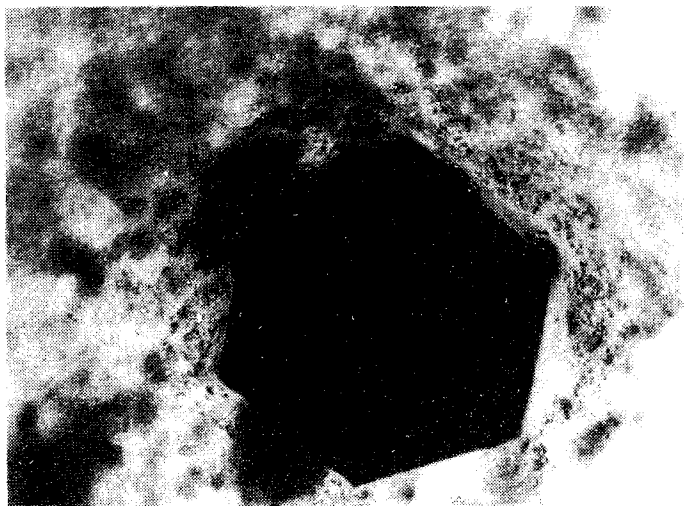


Рис. 1. Кристалл гемоглобина севрюги (x45).

Объяснение вышеописанному действию сульфата аммония можно дать следующее: в среде с большой концентрацией соли ослабевают и исчезают связи между боковыми группами аминокислотных остатков цепей одного типа -  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$  и  $\beta_2$  [2]. Кроме того, меняется расстояние между субъединицами: при оксигенации расстояние между субъединицами  $\alpha$  становится уже, между  $\beta$  - шире. Одновременно изменяется число связей между неодинаковыми субъединицами: при отдаче кислорода происходит уменьшение их числа. Вследствие этих изменений увеличивается возможность воздействия водно-солевой среды на внутреннюю сферу макромолекулы гемоглобина, что может служить причиной перехода оксигемоглобина в метгемоглобин [2].

При обработке гемоглобинов сульфатом аммония в концентрации от 5 до 50% насыщения установлено, что гемоглобин выпадает в осадок не при всех концентрациях соли. Мы выдерживали пробы в сульфате аммония 2 сут (концентрация белка 0.7%). Гемоглобины стерляди и осетра выпадали в осадок в среднем через 12 ч, севрюги и белуги - через 2 сут. Кривые высаливания (кривые зависимости концентрации гемоглобина в растворе от процента насыщения сульфата аммония) четко группируются в два типа: I тип - пологие кривые (у севрюги и белуги); II тип - кривые с хорошо выраженным пиком (у стерляди и осетра) (рис. 2). Насыщение раствора сульфата аммония (%), при котором концентрация гемоглобина в растворе максимальна, можно обозначить как критическую концентрацию precipitation (ККП), так как при дальнейшем увеличении степени насыщения раствора солью гемоглобин становится все менее и менее

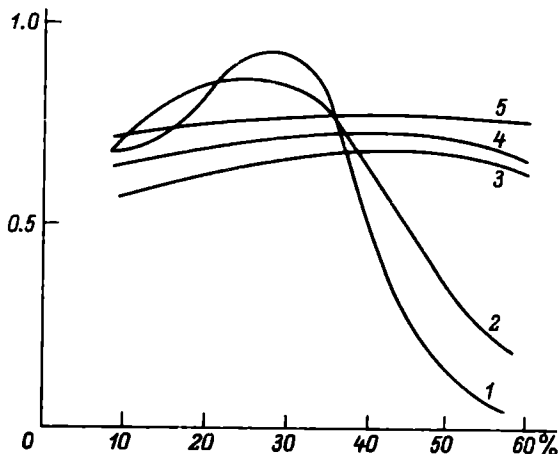


Рис. 2. Кривые высаливания гемоглобинов осетровых рыб и человека в сульфате аммония.

1 - стерлядь; 2 - русский осетр; 3 - белуга; 4 - севрюга; 5 - человек. По оси ординат - оптическая плотность, по оси абсцисс - насыщение раствора сульфатом аммония.

устойчивым и выпадает в осадок. ККП для I типа составляет 40-45%, для II - 25-30%. Полученные данные позволяют предположить, что макромолекулы гемоглобина белуги и севрюги лучше удерживают структурную воду, чем гемоглобины стерляди и русского осетра.

Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что гемоглобины осетровых по сравнению с гемоглобином человека менее устойчивы к дегидратирующему действию сульфата аммония. Гемоглобины белуги и севрюги лучше удерживают структурную воду, чем гемоглобины стерляди и русского осетра. Гемоглобины осетровых кристаллизуются в тетра- и гексагональной сингониях в виде пластинок и призм.

### Л и т е р а т у р а

1. Богданов Л.В., Коваль Е.З., Черноиванов В.А. Рекомендации по использованию электрофоретических данных при межпопуляционных и межвидовых сравнениях, Владивосток, 1980.
2. Иржак Л.И. Гемоглобины и их свойства. М., 1975.
3. Лукьяненко В.И., Гераскин П.П. Новые данные о фракционном составе гемоглобинов у хрящевых ганойдов // Докл. АН СССР. 1969. Т. 185, № 5.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

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

### ЖАБЕРНЫЕ ПАРАЗИТЫ ЛЕША НИЖНЕЙ ВОЛГИ

Материал собирали в сентябре-октябре 1984 г. и в августе 1985 г. в районе тони Мужичья, в 80 км выше Астрахани. В 1984 г. вскрыто 18, в 1985 г. — 29 половозрелых лещей, средний размер которых 329-370 мм.

На жабрах леща найдено 4 вида рода *Dactylogyrus* (Monogenea): *D. auriculatus*, *D. falcatus*, *D. wunderi*, *D. zandti*. В 1985 г. *D. falcatus* не обнаружен. Кроме дактилогирид на жабрах лещей были найдены *Diplozoon paradoxum*, *Gyrodactylus elegans* (Monogenea), метациркарии *Bucephalus polymorphus* и *Rhipidocotyle illense* (Trematoda).

Последние 3 вида представлены единичными экземплярами, поэтому показатели зараженности для них (экстенсивность и интенсивность инвазии) не рассчитывали.

Характерной особенностью зараженности лещей дельты Волги оказалась малая численность дактилогирид. Менее всего найдено *Dactylogyrus auriculatus*, не более 2 паразитов на рыбе (табл. 1). Чаше других видов на лещах находили *D. wunderi* (до 17 экз.). Причиной низкой численности дактилогирисов, по всей видимости, является не температура воды, которая во время сборов материала была благоприятна для развития дактилогирид (17-20 °C), а высокая скорость течения, которая в районе тони Мужичья достигает 2 м/с. Предположение о скорости течения как факторе, лимитирующем численность паразитов, подтверждается экспериментальными данными [1]. Показано, что достаточно высокая скорость течения способствует снижению зараженности дактилогирисами, вплоть до полного освобождения рыб от паразитов. Наши данные вполне согласуются с материалами, полученными на Днестре В.А. Захваткиным и О.П. Кулаковской [2]. Проведено изучение метрической изменчивости прикрепительного и копулятивного аппаратов *D. wunderi*, самого массового вида. Для анализа было взято 50 экз. половозрелых червей. Результаты биометрической обработки 11 признаков хитиноидных образований приведены в табл. 2.

Наибольший размах изменчивости (высокие значения CV) характерен для длины наружного отростка срединных крючьев, длины острия срединных крючьев, длины соединительной пластинки. Несмотря на большую вариабельность трубки, общая длина копулятивного органа оказалась достаточно стабильной. Исследование морфометрической изменчивости *D. wunderi* ранее проведено в Волжском плесе Рыбинского водохранилища [3] и дельте Дуная [4]. При сравнении полученных данных (табл. 3) оказалось, что у видов, обитающих в дельте Волги, размеры основных параметров прикреп-

Т а б л и ц а 1

Характеристика зараженности лещей паразитами  
в дельте Волги

Вид паразита	Год исследования	Экстенсивность инвазии, %	Индекс обилия, $M \pm m$	Пределы колебаний
<i>Dactylogyrus auriculatus</i>	1984	16.7	$0,17 \pm 0,09$	0-1
	1985	6.9	$0,10 \pm 0,08$	0-2
<i>D. falcatus</i>	1984	22.2	$0,28 \pm 0,14$	
	1985	0	0	0
<i>D. wunderi</i>	1984	88.9	$4,90 \pm 1,10$	0-17
	1985	31.0	$0,90 \pm 0,40$	0-9
<i>D. zandti</i>	1984	61.1	$2,60 \pm 0,40$	0-14
	1985	17.2	$0,76 \pm 0,40$	0-10
<i>Diplozoon paradoxum</i>	1984	16.7	$0,50 \pm 0,40$	0-7
	1985	34.5	$0,50 \pm 0,15$	0-3

Т а б л и ц а 2

Характеристика размеров хитиноидных образований *D. wunderi*  
с леща дельты Волги

Признак	Величина признака, $M \pm m$	Размах изменчивости	Коэффициент вариации
Общая длина срединных крючьев	$49,7 \pm 0,36$	45,6-53,2	0,05
Длина основной части срединных крючьев	$37,8 \pm 0,37$	34,2-41,8	0,07
Длина острия срединных крючьев	$19,3 \pm 0,37$	15,2-22,8	0,14
Длина внутреннего отростка срединных крючьев	$20,9 \pm 0,21$	19,0-24,7	0,07
Длина наружного отростка срединных крючьев	$6,2 \pm 0,31$	4,6-7,6	0,35
Общая длина краевых крючьев	$30,8 \pm 0,58$	28,5-38,0	0,13
Длина острия краевых крючьев	$7,8 \pm 0,46$	4,9-9,9	0,42
Длина рукоятки краевых крючьев	$15,3 \pm 0,23$	11,8-19,0	0,11
Ширина соединительной пластинки	$33,0 \pm 0,46$	30,4-38,0	0,10
Длина соединительной пластинки	$6,9 \pm 0,58$	3,8-8,0	0,59
Длина копулятивного органа	$92,3 \pm 2,28$	72,2-114,0	0,17

# Т а б л и ц а 3

Размеры хитиноидных образований *D. wunderi*  
с леща разных водоемов, мкм

Признак	Дельта Волги	Дельта Дуная	Волжский плёс Рыбинского водохранилища
Общая длина средин- ных крючьев	49.7±0.36	47.9±0.3	48.8±0.40
Длина основной части срединных крючьев	37.8±0.37	38.3±0.4	37.2±0.20
Длина острия срединных крючьев	19.3±0.37	18.5±0.2	18.3±0.20
Длина внутреннего от- ростка срединных крючьев	20.9±0.20	18.1±0.3	19.2±0.10
Длина наружного от- ростка срединных крючьев	6.2±0.30	5.8±0.1	5.7±0.08
Общая длина краевых крючьев	30.8±0.58	30.4±0.3	27.5±0.20
Длина острия краевых крючьев	7.8±0.46	6.6±0.1	7.8±0.06
Длина рукоятки краевых крючьев	15.3±0.23	13.0±0.3	11.7±0.10
Ширина соединительной пластинки	33.0±0.46	32.5±0.5	30.9±0.20
Длина соединительной пластинки	6.9±0.58	6.1±0.1	5.7±0.09

питательного диска значительно больше, чем у паразитов, живущих в двух других водоемах. Особенно это заметно на размерах острия срединных крючьев и соединительной пластинки, столь важных для прочного закрепления на жабрах рыб. Вероятно, наличие дактилогорусов с более мощным прикрепительным аппаратом в дельте Волги можно рассматривать как адаптацию к существованию в условиях повышенной скорости течения.

## Л и т е р а т у р а

1. Ж а р и к о в а Т.И. Влияние экологических и антропогенных факторов на биологию дактилогорид карповых рыб: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1981.
2. З а х в а т к и н В.А., К у л а к о в с к а я О.П. Паразиты водоемов Закарпатской области // Науч. зап. Львов. природовед. музея. 1981. Т. 1.

3. Изюмова Н.А., Жарикова Т.И., Сметанин М.М. Фенотипическая разнокачественность дактилогириды леща // VIII Всесоюз. совещ. по паразитам и болезням рыб: Тез. докл. Астрахань, 1985.
4. Изюмова Н.А., Жарикова Т.И., Степанова М.А. Видовой состав, численность и распределение дактилогириусов на жабрах леща (*Abramis brama* L.) р. Дунай // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985. № 67.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 574.586(08 + 28)

А.А. Протасов, О.О. Сеницына,  
А.В. Коломиец

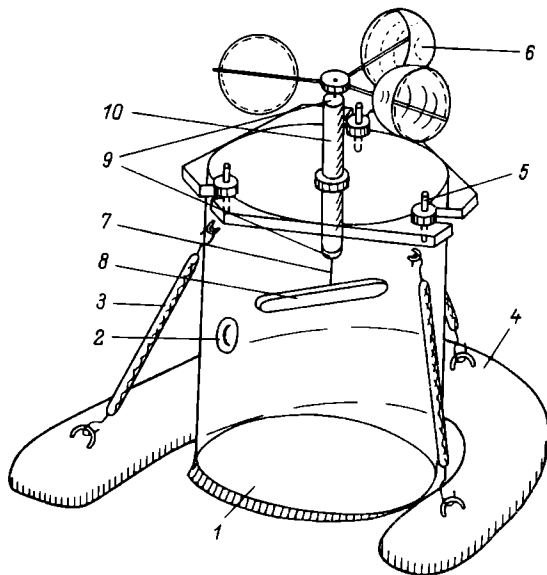
#### МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ КИСЛОРОДНОГО МЕТАБОЛИЗМА СООБЩЕСТВ ПЕРИФИТОНА НА КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПОДВОДНЫХ СУБСТРАТАХ

Принцип измерения кислородного метаболизма перифитона с помощью замкнутых объемов в различном техническом воплощении использовали В.С. Ивлев [3], А.В. Ассман [1] и др. Более просто задача решается, когда в замкнутый объем необходимо поместить небольшие субстраты с поселившимися на них организмами перифитона. Сложнее изолировать в замкнутом объеме часть твердого субстрата с его населением, например, проводить исследования перифитона на бетонных поверхностях гидросооружений, скалах, крупных подводных камнях. Сходную задачу для бентоса решали В.Г. Тарасов [4], В.Г. Девяткин [2], устанавливая на дне стеклянные камеры и вырезая их нижним краем участок мягкого грунта с его населением.

Поскольку в замкнутых объемах исключается воздействие на прикрепленных гидробионтов течения и перемешивания воды, некоторые применяемые системы (6) снабжаются мешалками с горизонтальной осью вращения или другими приспособлениями [7].

При исследовании структурно-функциональных характеристик перифитона в реках с большими площадями каменистых субстратов, водоемах-охладителях АЭС, где перифитон локализуется на каменных набросках, бетонных облицовках подводящих и отводящих воду каналов, мы применяли respirometric cameras оригинальной конструкции (см. рисунок).

Камера представляет собой цилиндр (1) (использовали в работе камеры объемом 1,2, 5,6 и 7,4 л), изготовленный из оргстекла. Для определения первичной продукции использовали прозрачные и затемненные черной полиэтиленовой пленкой камеры. В боковой



Устройство экспериментальной камеры.

Объяснение в тексте.

стенке цилиндра имеется резиновая пробка (2), через которую отбирается проба воды для определения концентрации кислорода в камере. В верхней части цилиндра крепятся резиновые амортизаторы (3), посредством которых цилиндр прижимается грузом (4) к субстрату. Грузы выполнены из свинца или чугуна, имеют подковообразную форму для удобства отбора пробы перифитона из-под камеры после экспонирования. Винтами (5) к верхней части цилиндра резиновым уплотнителем прижимается крышка (плексигласовая или из черного винипласта, в зависимости от того прозрачная или затененная камера используется). Крышка довольно легко устанавливается и закрепляется под водой аквалангистом.

На крышке камеры укреплено устройство для перемешивания воды, состоящее из вертушки с тремя полусферическими лопастями (6), осью (7) соединенной с мешалкой (8). Легкость вращения оси обеспечивается двумя фторопластовыми подшипниками (9), впрессованными в оба конца втулки (10). Конструкция трехлопастной с полусферическими элементами вертушки обеспечивает ее работу практически при любых ориентациях камеры к течению. Установка всего блока перемешивания на верхней крышке обеспечивает не только перемешивание, но и создание кругового течения, что в большей мере моделирует естественные условия. Блок перемешивания разборный (резьбовое соединение узла вертушка-ось) и может компактно упаковываться при транспортировке.



Работа с описываемыми камерами проходит следующим образом. На участок твердого субстрата, где проводятся исследования, укладываются грузы (свинцовые грузы массой 4–7 кг на шероховатом бетоне или камне удерживаются на уклоне до 35°).

В зависимости от характера сообществ, биомассы и плотности организмов выбирается тот или иной объем камеры, кроме того, степень потребления кислорода сообществом регулируется временем экспозиции. Время экспозиции подбирается минимальное (около 1–2 ч) с целью исключения возможного влияния на функционирование перифитона эффекта изоляции, значительного потребления исходных ресурсов, в том числе кислорода. Цилиндры устанавливаются со снятыми крышками, что обеспечивает минимальное нарушение сообщества. Сложность представляет герметизация контакта между нижней кромкой цилиндра и поверхностью субстрата. Мы использовали уплотнение из неопрена, однако, более просто и надежно герметизацию осуществлять с помощью пластилинового валика, прокладываемого с наружной стороны цилиндра. Поскольку цилиндр остается открытым и организмы получают свободный доступ к свежей воде и кислороду, аквалангист имеет время тщательно уплотнить места соприкосновения камеры с субстратом.

После установки на субстрат серии открытых прозрачных и темных цилиндров их последовательно закрывают крышками, отмечая начало отсчета времени экспозиции.

Отбор воды в начале опыта (контроль) и после фиксирования производится через резиновую пробку иглой калиброванных шприцов. Применяемая для определения концентрации растворенного в воде кислорода микромодификация метода Винклера [5] позволяет проводить измерение в малых объемах (мы отбирали 5 мл), что позволяет увеличить количество повторностей при отборе проб воды.

Для удобства работы аквалангист-исследователь транспортирует шприцы до 20 шт. в специальной кассете. Восемь камер в разобранном виде, все вспомогательное оборудование и приспособления упаковываются в ящик размером 1,5 х 0,6 х 0,5 м.

Пробу перифитона отбирали, подрезая специальным скребком под цилиндром в воде, и в таком положении извлекали из водоема.

Таким образом, использование предлагаемых камер позволяет исследовать процессы функционирования сообществ в условиях, приближенных к естественным.

## Л и т е р а т у р а

1. А с с м а н А.В. Роль водорослевых обрастаний в образовании органического вещества в Глубоком озере // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1953. Т. 5.
2. Д е в я т к и н В.Г. Интенсивность фотосинтеза микрофитобентоса Рыбинского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1983. № 61.

3. И в л е в В.С. О методе определения интенсивности образования органического вещества в водоеме // Микробиология. 1939. Вып. 8.
4. Т а р а с о в В.Г. Дыхание донных сообществ мягких грунтов залива Восток (Японское море) в зависимости от факторов среды и плотности поселений макробентоса // Биология моря. 1981. Т. 2.
5. F o x H.M., W i n g f i e l d C.A. A portable apparatus for the determination of oxygen dissolved in a small volume of water // J. Exp. Biol. 1938. Vol. 5.
6. L e w i s L., D a v i e s R. A device measure in situ benthic metabolism // Hydrobiologia. 1981. Vol. 79.
7. L o e b L. An in situ method for measuring the primary productivity and standing crop of the epilithic periphyton community in lentic system // Limnol., Oceanogr. 1981. Vol. 26, N 2.

Институт гидробиологии АН УССР

---

УДК 556.551.46

Н.А. Т р и ф о н о в а

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ АММОНИЙНОГО АЗОТА В ВОДЕ МЕЗОТРОФНОГО ВОДОЕМА

Определение скорости трансформации и поглощения соединений азота водными организмами представляет несомненный интерес для оценки обеспеченности фито- и бактериопланктона питательными веществами, для выяснения роли азотных соединений в эвтрофировании и в целом для понимания процесса круговорота азота в водоеме.

Исследования со стабильным изотопом  $^{15}\text{N}$  показали [4, 5], что и в океане, и в пресных водах кинетика поглощения аммонийного азота соответствует модели Михаэлиса-Ментен, описывающей зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата, в данном случае —  $\text{NH}_4^+$ . Однако применение стабильного изотопа  $\text{N}$  требует дорогостоящего оборудования; кроме того, процедура такого анализа довольно длительна и предусматривает внесение в пробу высоких концентраций изотопа.

Для оценки скорости потребления аммонийного азота мы попытались воспользоваться методом добавок, как и в работах с использованием  $^{15}\text{N}$ , но в сочетании с прямым определением изменения содержания  $\text{NH}_4^+$  за время экспозиции. Затем анализировали зависимость этих изменений от первоначальной концентрации аммоний-

ного азота и соответствие их теории ферментативной кинетики, разработанной Михаэлисом и Ментен.

В случае энзимного характера поглощения эта зависимость графически может быть представлена в виде гиперболы, показывающей, что при низких концентрациях субстрата скорость реакции возрастает пропорционально его содержанию, т.е. реакция имеет первый порядок. По мере увеличения концентрации скорость растет медленней, пропорциональность нарушается. При дальнейшем увеличении концентрации происходит насыщение энзима субстратом и скорость реакции становится постоянной. Количественное соотношение между скоростью ферментативной реакции и концентрацией субстрата описывается уравнением

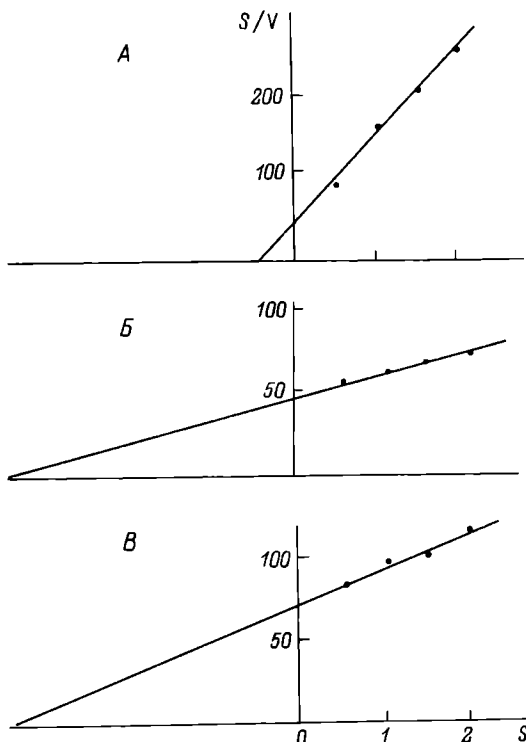
$$V = V_M \cdot \frac{S}{K_M + S},$$

где  $V_M$  — максимальная потенциальная скорость,  $S$  — концентрация субстрата,  $K_M$  — константа Михаэлиса.

Однако Дагдэйл и Геринг [3], а затем Мэрфи [6] в опытах с  $^{15}\text{N}$  обнаружили, что процесс поглощения аммония не всегда соответствовал законам энзимной кинетики. Мэрфи высказал предположение о том, что причиной такого несоответствия является определение аммонийного азота индофеноловым методом, при использовании которого могут завышаться результаты вследствие взаимодействия с индофеноловым реактивом ряда важных аминокислот. Таким образом, при исследовании поглощения  $\text{NH}_4^+$  возникла та же проблема, что и при изучении оборота фосфатов. Мэрфи сопоставил два метода определения аммонийного азота: индофеноловый и аналогичный методу анализа биологически доступных фосфатов кинетический. Результаты, полученные индофеноловым методом, в большинстве случаев превышали истинное содержание  $\text{NH}_4^+$  в 2–10 раз [6]. К такому же выводу пришли Эпплей с соавторами [4]. В то же время Ляо (цит. по: [6]) в своих исследованиях показал, что при анализе  $\text{NH}_4^+$  дистилляционным способом аминокислоты не мешают. Однако эта методика длительна и не подходит для полевых работ. Поэтому для определения аммонийного азота мы использовали разработанный нами ранее микродиффузионный метод с дистилляцией аммиака при низкой температуре (ниже 35 °C) [1].

Определение скорости поглощения аммонийного азота проводили в пробах из прибрежья Рыбинского водохранилища, примерно через час после отбора. К серии проб натуральной или фильтрованной воды добавляли раствор хлористого аммония в количестве, соответствующем концентрации  $\text{NH}_4^+$ , — от 0 до 2 мг N/л. После суточной экспозиции при температуре водоема в пробах анализировали количество оставшегося  $\text{NH}_4^+$ . По разности с исходным содержанием определяли количество аммония, поглощенного за единицу времени.

Графическая обработка полученных данных показала, что точки, расположенные в координатах  $\dot{S}/V - S$ , довольно строго ложатся на прямую, что свидетельствует об энзимном характере переноса



Определение скорости поглощения аммонийного азота в прибрежье Рыбинского водохранилища.

А – 21 июня 1983 г.; Б – 20 июля 1983 г.; В – 8 августа 1983 г. Отрезок, отсекаемый наклонной прямой от продолжения оси абсцисс, равен  $K_M$ ; отрезок, отсекаемый от оси ординат, равен  $K_M : V_M$ . По оси ординат – отношение концентрации субстрата к скорости поглощения ( $S : V$ ); по оси абсцисс – концентрация субстрата ( $S$ ), мг N/л.

$NH_4^+$  и возможности использовать для анализа скорости поглощения аммонийного азота кинетическую модель, описываемую уравнением Михаэлиса–Ментен (см. рисунок). Прямая, пересекающая ось ординат и продолжение оси абсцисс, отсекает от последней отрезок, соответствующий константе Михаэлиса, характеризующей сродство энзима к субстрату и численно равной концентрации субстрата, при которой скорость равна половине максимальной. Частное от деления  $K_M$  на величину отрезка, отсекаемого от оси ординат, соответствует максимальной потенциальной скорости ( $V_M$ ). Пользуясь приведенным выше уравнением, рассчитывали скорость поглощения  $NH_4^+$  при концентрации его в водоеме.

Поглощение аммонийного азота в прибрежье  
Рыбинского водохранилища

Дата	Проба	$K_M$	$V_M$	$V_0$	$V_M$	$V_0$	$NH_4^+$
		мг N/л	мкг N/(л·ч)		мг N/(л·сут)		мг N/л
21 VI 1983	1	0.5	10.4	0.4	0.25	0.01	0.02
20 VII 1983	2	3.5	78.4	2.7	1.88	0.06	0.12
8 VIII 1983	2	3.6	49.3	0.3	1.18	0.01	0.02
5 VIII 1984	1	0.7	17.6	1.8	0.42	0.04	0.08
5 VIII 1984	2	1.6	21.6	1.0	0.52	0.02	0.08

П р и м е ч а н и е. 1 – натуральная, нефильтрованная вода, 2 – вода, профильтрованная через мембранный фильтр № 5 с размером пор около 1.2 мкм.

В связи с тем, что скорость потребления  $NH_4^+$  рассчитывалась по убыли его за время экспозиции, встал вопрос, в какой мере убыль  $NH_4^+$  обусловлена процессом нитрификации. Для выяснения этого попытались оценить скорость нитрификации. Поскольку нитрификация осуществляется ферментными системами микроорганизмов, для оценки скорости окисления  $NH_4^+$  в водоеме применили тот же принцип исследования кинетики энзимных процессов, что и при оценке скорости поглощения аммонийного азота. После добавки к пробам хлористого аммония и экспозиции их в течение 12 ч анализировали количество образовавшихся нитритов в зависимости от количества добавленного  $NH_4Cl$ . В период наблюдений скорость нитрификации в водной толще волжских водохранилищ измерялась десятками и даже сотыми долями микрограммов N на литр в час [2]. Сопоставление скорости поглощения  $NH_4^+$  с интенсивностью нитрификации показало, что окисление аммонийного азота составляет менее 10% от его убыли. Таким образом, около 95% полученной экспериментально величины соответствовало истинному поглощению  $NH_4^+$ .

Результаты определения кинетических параметров процесса поглощения  $NH_4^+$  показали, что константы половинного насыщения для натуральной нефильтованной воды существенно отличаются от констант для образцов, освобожденных от фитопланктона, свидетельствуя о разном родстве их поглощательных систем к субстрату (см. таблицу). В период наблюдений более низкие величины  $K_M$  для нефильтованной воды свидетельствовали о большей потребности в аммонийном азоте фитопланктона по сравнению с микрофлорой.

Порядок величин определенных нами кинетических параметров поглощения аммонийного азота был примерно таким же, что и в исследованиях со стабильным изотопом  $^{15}N$  на североамериканских озерах [6, 7].

Проведенная работа позволяет считать, что принцип исследования кинетики энзимных процессов в сочетании с прямым определением

содержания  $\text{NH}_4^+$  может быть успешно применен для оценки скорости поглощения аммонийного азота в пресноводных водоемах.

### Л и т е р а т у р а

1. Т р и ф о н о в а Н.А. Об определении аммонийного азота в природных водах // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1979. № 43.
2. Т р и ф о н о в а Н.А. К оценке скорости нитрификации в воде Верхней Волги // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1986. № 71.
3. D u g d a l e R.C., G o e r i n g J.J. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary production // Limnol., Oceanogr. 1967. Vol. 12, N 2.
4. E p p l e y R.W., R o g e r s J.N., M c C a r t h y J.J. Half saturation constants for uptake of nitrate and ammonium by marine phytoplankton // Limnol., Oceanogr. 1969. Vol. 14, N 6.
5. M a c I s a a k J.J. The kinetics of nitrate and ammonia uptake by natural populations of marine phytoplankton // Deep-Sea Res. 1969. Vol. 16, N 1.
6. M u r p h y T.P. Ammonia and nitrate uptake in the Lower Great Lakes // Canad. J. Fish. Aquat. Sci. 1980. Vol. 37, N 9.
7. T o e t z D.W., V a r g a L.P., L o n g h r a n E.D. Half-saturation constants for uptake of nitrate and ammonia by reservoir plankton // Ecology. 1973. Vol. 54, N 4.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 546.28 : 556

И.К. С т е п а н о в а

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОНОМЕРНО-ДИМЕРНОЙ КРЕМНЕКИСЛОТЫ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

Для определения кремния в природных водах в гидрохимической практике широко используют колориметрический метод, основанный на измерении желтой или синей окраски кремнемолибденовой гетерополиоксиды (КМК), образующейся при взаимодействии кремниевой кислоты с молибдатом аммония [2].

В последнее время кремний чаще определяют по окраске синего, восстановленного КМК, так как синяя окраска продукта восстановления не только повышает чувствительность, но и значительно облегчает колориметрирование при работе с окрашенными водами.

Основные формы миграции кремния в природных водах — истинно растворенная, коллоидная и взвешенная. Не вся кремнекислота, присутствующая в природных водах, а только ее ионные формы (мономерно- и дикремневая кислоты) способны реагировать с молибдатом аммония [3]. Два первых члена полимерного ряда кремниевых кислот полностью реагируют с молибдатом аммония с образованием желтого КМК за 10 мин при 20 °С [5]. Определение общего содержания всех форм кремнекислоты, а также высших полимерных и связанных с органическим веществом возможно только после деполимеризации и перевода всех форм в мономерно-димерную.

Существует много модификаций метода, разработанных в основном для анализа морских вод [2]. Методики различаются главным образом выбором определяемой формы желтой КМК, существующей в растворе в  $\alpha$ - и  $\beta$ -модификациях, условиями их формирования и восстановления.

$\beta$ -комплекс чаще используется для колориметрического определения кремния, хотя метод отличается невысокой чувствительностью и стабильностью. Выбор  $\beta$ -формы связан с более высоким коэффициентом экстинкции и менее критическими условиями pH по сравнению с  $\alpha$ -формой.

Подробнее всего изучен вопрос о влиянии кислотности на образование желтого КМК [4]. Однако условия формирования  $\alpha$ - и  $\beta$ -форм определяются не только pH, но и концентрацией молибдата, т.е. величиной отношения  $H^+ : MoO_4^{2-}$  [6].  $\beta$ -форма образуется в растворе, когда  $H^+ : MoO_4^{2-} > 2$  и становится доминирующей при оптимальной величине отношения равной 3–5. Если отношение  $H^+ : MoO_4^{2-}$  находится в пределах 1.45–1.59, в растворе доминирует  $\alpha$ -форма.

Так как синий КМК получается при восстановлении желтого КМК, для получения максимальной чувствительности необходимо правильно выбрать: 1) условия формирования желтого КМК, 2) восстановитель, 3) условия восстановления. Чем ближе условия формирования желтого КМК к оптимальным, тем выше чувствительность определения.

Анализ условий проведения реакции, от которых зависит получение максимальной окраски синего КМК, позволил предложить простую и точную методику, основанную на определении  $\beta$ -формы.

Образование желтого КМК протекает при pH 1.67 и оптимальной величине отношения  $H^+ : MoO_4^{2-}$  равной 4.36, когда в растворе доминирует  $\beta$ -форма. Максимальная окраска комплекса достигается через 5 мин после прибавления молибдата к пробе и сохраняется неизменной в течение 25 мин при температуре 20–22 °С. Восстановительный реагент вносят через 10 мин после образования желтого КМК, т.е. в период сохранения его максимальной окраски. Восстановление проводят при кислотности среды равной 2N по серной кислоте, позволяющей устранить влияние фосфатов [4].

Из всех соединений, используемых для восстановления желтой КМК до синей, была выбрана аскорбиновая кислота, наиболее полно отвечающая требованиям, предъявляемым к восстановителям [4].

Она не восстанавливает молибденовую кислоту до сини и в результате восстановления образует один устойчивый во времени продукт с максимумом поглощения  $\lambda = 800$  нм.

Для определения мономерно-димерной формы кремнекислоты 50 мл профильтрованной через мембранный фильтр с размером пор 0,5 мкм исследуемой воды помещают в коническую колбу на 100 мл и устанавливают pH в пределах 1–3 с помощью раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 : 20. Затем добавляют 1,25 мл 8%-ного раствора молибдата аммония и тщательно перемешивают. Через 10 мин добавляют 5 мл 10N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и сразу же приливают 0,25 мл 10%-ного раствора аскорбиновой кислоты. Раствор перемешивают и через 10 мин измеряют оптическую плотность на спектрофотометре при  $\lambda = 800$  нм или на ФЭК-56 с использованием светофильтра № 9 в кюветах толщиной 5 см.

Окраска восстановленного синего комплекса в отличие от желтого КМК до максимальной развивается длительное время (2–3 ч) и сохраняется постоянной более суток. Измерять оптическую плотность, если удобно, можно и через меньший, но всегда строго определенный промежуток времени после введения восстановителя. Калибровочная кривая должна быть построена в тех же условиях.

Для синего КМК подчинение закону Бэра ограничивается концентрацией 2 мг/л, так как за то время, пока медленно восстанавливаются большие концентрации кремния, часть  $\beta$ -формы успевает перейти в  $\alpha$ -форму, молярное погашение которой ниже, чем синей  $\beta$ -формы [1].

Минимально определяемая концентрация кремния при работе на спектрофотометре находится в максимуме поглощения 0,005 мг Si/л, на ФЭК-56 – 0,05 мг Si/л. Понижение чувствительности при работе на ФЭК-56 связано с тем, что определение оптической плотности с использованием светофильтра № 9 ( $\lambda = 630$  мкм) проводится не в максимуме поглощения.

Предложенная модификация с использованием в качестве восстановителя аскорбиновой кислоты по сравнению с метолсульфитной смесью [6] выгодно отличается простотой приготовления самого восстановителя и условий восстановления желтого КМК. Чувствительность определения кремния в обеих модификациях одинакова.

Фосфаты не мешают определению кремния до соотношения Si:P = 1 : 1. В присутствии двухкратного избытка фосфора результаты определения кремния завышаются на 5%.

Железо не мешает определению кремния, так как содержание  $\text{Fe}^{3+}$  в природных водах на 1–2 порядка ниже.

Статистическая обработка результатов определения кремния по предлагаемой методике показала удовлетворительную точность и воспроизводимость результатов (относительная ошибка определения не превышает  $\pm 7\%$  при 0,05–2,0 мг Si/л).

**Р е а к т и в ы.** 1. 8%-ный раствор молибдата аммония в 1 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Растворяют 8 г молибдата аммония  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , х.ч., в 92 мл бидистиллята, добавляют 5,4 мл концентрированной



серной кислоты, перемешивают и переливают в полиэтиленовую склянку. Оставляют на 24 ч, после чего раствор готов к употреблению. Приготовленный таким образом подкисленный раствор молибдата аммония устойчив в течение нескольких месяцев при хранении его в полиэтиленовой склянке в темноте и становится непригодным для работы только при выпадении осадка. Использование подкисленного раствора молибдата аммония упрощает процедуру и повышает точность анализа.

2. 10N раствор  $H_2SO_4$ . 27 мл концентрированной  $H_2SO_4$ ,  $d = 1.84$ , х.ч., доводят бидистиллятом в мерной колбе на 100 мл до метки.

3. 10%-ный раствор аскорбиновой кислоты. Растворяют 10 г аскорбиновой кислоты в 90 мл бидистиллята. Раствор хранят в склянке темного стекла или в темноте, так как на свету он быстро желтеет вследствие окисления аскорбиновой кислоты кислородом воздуха.

4. Стандартный раствор кремния, 1000 мг Si /л. Растворяют 6.714 г  $Na_2SiF_6$ , х.ч., в бидистилляте и доводят объем раствора в мерной колбе до 1 л. Рабочий раствор (100 мг Si /л) готовят разбавлением 10 мл стандартного раствора до 100 мл бидистиллятом. Растворы фторсиликата натрия длительно устойчивы и просты в приготовлении. Хранят растворы в полиэтиленовой посуде.

## Л и т е р а т у р а

1. Б о г о я в л е н с к и й А.Н. Воспроизводимость результатов и ошибки гидрохимических определений в океанах. Сообщение III: Определение растворенной кремнекислоты // Методы морских гидрохимических исследований. М., 1965. (Тр. Ин-та океанологии. АН СССР; Т. 79).
2. Г у с а р о в а А.Н. Сравнение различных модификаций методов определения кремния в морской воде // Химия морей и океанов. М., 1973.
3. С р е т е н с к а я Н.Г. О состоянии кремния в водных растворах // Экспериментальные исследования процессов минералообразования. М., 1970.
4. С т е п а н о в а И.К. Определение кремния в природных водах // Гидрохим. материалы. 1983. Т. 91.
5. (E u l e r R.K.) А й л е р Р.К. Коллоидная химия кремнезема и силикатов. М., 1959.
6. S t r i c k l a n d J.D.H. The preparation and properties of Silicomolybdic acid: II. The preparation and properties of  $\beta$ -silicomolybdic acid // J. Amer. Chem. Soc. 1952. Vol. 74.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

И.М. Распопов. „Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР“. Л.: Наука, 1985. 179 с.

В рецензируемой монографии обобщены многолетние исследования растительности озер северо-запада европейской части СССР и рассмотрены некоторые теоретические вопросы лимнологии. Книга представляет интерес не только для гидро-, но и геоботаников более широкого профиля как первое монографическое описание водной растительности озер этого обширного района. Изученные водоемы имеют большое значение в народном хозяйстве, а проведенные автором исследования направлены на разработку научных основ охраны и преобразования природы озерных ландшафтов.

Для литоральной зоны как среды обитания высших растений автор особо подчеркивает динамичность водных масс и значительные суточные и сезонные колебания температуры. Высказанные положения в общем известны и ими широко оперируют гидробиологи. Однако на них еще раз приходится акцентировать внимание, так как еще не столь редко мнение о консервативности водной среды. В целом литоральную зону можно рассматривать как систему интегрированных экотопов.

Непостоянство среды и адаптационные возможности гидрофитов обусловили чрезвычайное разнообразие жизненных форм. Этим объясняется сложная и не всегда удачная терминология экологической принадлежности макрофитов. Как к этому вопросу подходит автор? Он разделяет гидрофиты на три большие группы: гидатофиты – погруженные растения, плейстофиты – растения с плавающими органами, гелофиты – воздушно-водные растения. Следует отметить, что известный терминологический разнобой, по-видимому, какое-то время еще сохранится в гидрботанике. Принципиального значения он не имеет. Чтобы его преодолеть, целесообразно, как это делается в подобных случаях, решать вопросы путем простого согласования на очередной конференции по высшим водным растениям.

Гидрофильная флора исследованных озер принимается И.М. Распоповым в узком смысле и включает 122 вида, список которых приводится в книге. Как отмечает автор, он неполный, так как специальных флористических исследований не проводилось. Наибольшую ценность „списка“ представляют данные о численности ассоциации, в которых отмечен тот или иной вид. По этому показателю можно судить о фитоценотической активности вида. Так, тростник отмечен в 49 ассоциациях из 68, зарегистрированных на озерах. Высокую активность показывают хвощ приречный, рдест пронзеннолистный, горец земноводный, стрелолист обыкновенный. Наибольшим флористическим разнообразием характеризуются озера Ладожское и Онежское – соответственно 108 и 103 вида.

Ассоциации водной растительности озер выделены на принятой в СССР эколого-физиономической основе. Мы специально на этом акцентируем внимание, так как попытки отдельных исследователей использовать для этих целей флористические критерии ограничили рамки эксперимента по переводу описаний растительности, выполненных традиционными методами, на язык школы Браун-Бланке. На озерах автором выделена 121 ассоциация, относящаяся к 50 формациям. Их описание, по существу, представляет конспект водной растительности озер, где в сжатой и краткой форме приводятся сведения об их распространении, экологической приуроченности, структуре. Ориентации читателя помогает сводный список ассоциаций с указанием их приуроченности к отдельным водоемам и степени их участия в растительном покрове.

Раздел о некоторых физико-географических особенностях больших озер Северо-Запада СССР несколько выпадает из общего расположения материала.

Далее автором достаточно подробно рассматриваются особенности зарастания озер. Озера Онежское, Ладожское, Белое относятся к слабо заросшим, Лача и Кубенское — сильно заросшим, Ильмень и Воже занимают промежуточное положение. Характеристика зарастания приводится на основе анализа экологических факторов литоральной зоны отдельных водоемов и конкретных экотопов, типизация которых дана автором в начале книги.

Особый интерес представляют данные о продукции и деструкции гидрофильной растительности больших озер, являющиеся основой для составления биотического баланса. Автор подробно рассматривает методику расчета чистой годовой продукции и приводит ее величины для исследованных водоемов. Для оценки роли макрофитов в балансе автохтонного органического вещества дан подробный анализ скорости их разложения, и впервые в практике гидробиологических исследований учтены потери растительных остатков за счет их выброса на берег. Серьезного внимания заслуживает вывод автора о том, что отдельные участки больших озер относятся к типу экосистем, в которых в продуцировании органического вещества преобладающая роль принадлежит не фитопланктону, а высшим водным растениям.

Из положительных сторон монографии следует отметить четкость и ясность изложения. При сравнительно небольшом объеме автор сумел дать большую и разностороннюю информацию о гидробиотических особенностях больших озер Северо-Запада СССР. Ценность представляют синтетические таблицы описаний водной растительности. Структура монографии может быть принята в качестве эталонной при публикациях подобного плана. Поднимает она и ряд общих вопросов гидробиотаники, интенсивное развитие которой в СССР стимулировала Первая Всесоюзная конференция по высшим водным и прибрежноводным растениям.

А.И. Кузьмичев, В.А. Экзерцев

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

В апреле 1986 г. скончался широко известный гидробиолог, старший научный сотрудник, почетный член Всесоюзного гидробиологического общества Сергей Михайлович Ляхов.

С.М. Ляхов родился 23 января 1910 г. в г. Казани в семье служащего. В 1930 г. поступил в Казанский Государственный университет на биологический факультет, который успешно закончил в 1935 г. по специальности ихтиология и гидробиология.

Научная деятельность С.М. Ляхова началась еще в студенческие годы под непосредственным руководством известных зоологов и гидробиологов проф. В.В. Изосимова, В.И. Жадина и Е.С. Неизвестной-Жадиной. С.М. Ляхов принимал активное участие в разработке методики исследований речного бентоса.

В первые годы после окончания университета С.М. Ляхов работал в Татарском отделении ВНИОРХа, занимаясь изучением донной фауны р. Волги.

С 1938 г. до начала Великой Отечественной войны он проводил исследования прибрежных биоценозов Черного моря на Карадагской биологической станции АН УССР и изучал биологию черноморских Decapoda.

В годы войны Сергей Михайлович был направлен на один из оборонных заводов. За доблестный и самоотверженный труд в период Великой Отечественной войны С.М. Ляхов был награжден медалью „За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.“

В послевоенные годы С.М. Ляхов занимался педагогической деятельностью, работая в Куйбышевском медицинском институте, где он заведовал кафедрой биологии, не оставляя при этом исследовательской работы. Он продолжал изучать донную фауну Кутулукского водохранилища, организовал работы по исследованию стока р. Волги близ строительства Куйбышевской ГЭС. Эти работы проводились в творческом сотрудничестве с Зоологическим институтом АН СССР. За эту работу в 1949 г. ему была присуждена ученая степень кандидата биологических наук. Будучи преподавателем, он деятельно пропагандировал новейшие достижения биологической науки. Его лекции отличались новизной и глубиной содержания.

С 1959 г. С.М. Ляхов — ученый секретарь Куйбышевской биостанции Института биологии водохранилищ АН СССР. Помимо адми-

нистративной работы он проводит исследования бентоса Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ, а также руководит разработкой мероприятий по борьбе с обрастателями гидротехнических сооружений. Работа по биологии дрейссены была представлена на Выставку достижений народного хозяйства СССР, где его наградили серебряной и бронзовой медалями. С 1973 по 1978 г. С.М. Ляхов работал директором Куйбышевской биологической станции ИБВВ АН СССР, где в полной мере проявились его высокие качества администратора и ученого.

Особо нужно отметить активный научно-общественный труд С.М. Ляхова. Он был постоянным сотрудником РЖБ, членом нескольких научных обществ, участником многочисленных совещаний, конференций, симпозиумов и съездов.

За большие успехи в научно-исследовательской деятельности и активную общественную работу награжден почетным знаком „Ударник 10-й пятилетки“. Неоднократно ему вручали почетные грамоты.

По различным аспектам гидробиологии С.М. Ляховым написано около 100 работ.

Ушел из жизни большой ученый и прекрасной души человек. Сергея Михайловича Ляхова всегда отличала высокая эрудиция, глубокая культура и вместе с тем простота и доброжелательность к людям.

Все, кому посчастливилось работать и общаться с Сергеем Михайловичем Ляховым, навсегда сохранят светлую память об этом замечательном Человеке.

Гидрботаника на 14 гидробиологической школе (А.И. Кузьмичев, Г.Ф. Ляшенко) .....	3
--	---

СООБЩЕНИЯ

Солнцева И.О., Виноградова Г.И., Воронин Л.В. Численность и видовой состав грибов в озерах Дарвинского заповедника .....	4
Солнцева И.О., Виноградова Г.И., Нагорная С.С. Дрожжевая флора рыб водохранилищ камского каскада .....	7
Воронин Л.В. Микофлора некоторых видов рыб Куйбышевского водохранилища .....	11
✓ Лисицына Л.И., Экзерцев В.А. К флоре озер Калининской области .....	15
Довбня И.В., Аргентенко В.И. О зарастании озера Неро .....	19
Гагарин В.Г., Ербаева Э.А. К фауне свободнoживущих нематод озера Хубсугул и его притоков .....	23
Жаворонкова О.Д. Строение гнатеми водяного клеща <i>Hydryphantes ruber</i> (de Geer, 1778) ( <i>Acariformes, Hydryphantidae</i> ) .....	28
Халько В.В. Биотопическая изменчивость калорийности молоди рыб в Рыбинском водохранилище .....	32
Сokolov В.А. Возрастные изменения нижних летальных температур леща ( <i>Abramis brama</i> L.) .....	37
Кузьмина В.В., Голованова И.Л., Извекова Г.И. Влияние различных факторов на процесс всасывания глюкозы в кишечнике рыб .....	41
Сvirский А.М., Лапкии В.В. Сезонная и возрастная изменчивость избираемых температур у рыб Рыбинского водохранилища: 1. Окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> L.) .....	45

В а с и л ь е в А.С. Гетерогенность и полиморфизм гемоглобина плотвы ( <i>Rutilus rutilus</i> L.) .....	49
К а р н а у х о в Г.И. Галтоглобины у некоторых рыб дальневосточного комплекса .....	53
А н д р е е в а А.М. Устойчивость гемоглобина осетровых рыб к дегидратирующему действию сульфата аммония .....	56
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. Жаберные паразиты леща нижней Волги .....	59
П р о т а с о в А.А., С и н и ц ы н а О.О., К о л о м и е ц А.В. Метод изучения кислородного метаболизма сообществ перифитона на крупномасштабных подводных субстратах .....	62
Т р и ф о н о в а Н.А. Определение скорости поглощения аммонийного азота в воде мезотрофного водоема .....	65
С т е п а н о в а И.К. Определение мономерно-димерной кремнекислоты в природных водах .....	69

#### РЕЦЕНЗИИ

И.М. Распопов „Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР“. Л.: Наука, 1985. 179 с. (А.И. К у з ь м и ч е в, В.А. Э к з е р ц е в) .....	73
---	----

#### НЕКРОЛОГ

Памяти Сергея Михайловича Ляхова .....	75
--	----

# CONTENTS

## INFORMATION

	Page
Hydrobotany on the 14th hydrobiological school (A.I. K u z m i t c h e v, G.F. L j a s h e n- k o) .....	3

## REPORTS

S o l n t s e v a I.O., V i n o g r a d o- v a G.I., V o r o n i n L.V. Number and species composition of fungi in lakes of the Darwin reserve .....	4
S o l n t s e v a I.O., V i n o g r a d o- v a G.I., N a g o r n a j a S.S. Yeast flora of fishes in reservoirs of the Kama cas- cade .....	7
V o r o n i n L.V. Mykoflora of some fish spe- cies in the Kuibyshev reservoir .....	11
L i s i t s y n a L.I., E k z e r t s e v V.A. On the flora of lakes in the Kalinin region ...	15
D o v b n j a I.V., A r t e m e n k o V.I. On the overgrowing of the Nero lake .....	19
G a g a r i n V.G., E r b a e v a E.A. On the fauna of free-living nematodes of the lake Khubsugul and its tributaries .....	23
Z h a v o r o n k o v a O.D. Texture of gnathema of water mite Hydryphantes ruber (de Geer, 1778) (Acariformes, Hydryphanti- dae) .....	28
K h a l k o V.V. Biotopic variability of calo- rific value of juvenile fish in the Rybinsk re- servoir .....	32
S o k o l o v V.A. Changes of low lethal tem- peratures of bream with age (Abramis brama L.)	37
K u z m i n a V.V., G o l o v a n o v a I.I., I z v e k o v a G.I. Influence of various	



factors on process of glucose suction in fish intestine .....	41
S v i r s k y A.M., L a p k i n V.V. Seasonal and age change of preferable temperature in fishes in the Rybinsk reservoir. 1. Perch ( <i>Perca fluviatilis</i> L.) .....	45
V a s i l y e v A.S. Heterogeneity and polymorphism of haemoglobin of roach ( <i>Rutilus rutilus</i> L.) .....	49
K a r n a u k h o v G.I. Gaptoglobins of some fishes of the Far East complex .....	53
A n d r e e v a A.M. Tolerance of haemoglobin of sturgeons to dehydratic action of ammonium sulphate .....	56
I z u m o v a N.A., Z h a r i k o v a T.I., S t e p a n o v a M.A. Gill parasites of bream in lower Volga .....	59
P r o t a s o v A.A., S i n i t s y n a O.O., K o l o m i e t s A.V. Method of investigation of oxygen metabolism of periphyton communities on large scale underwater substratum .....	62
T r i f o n o v a N.A. Determination of absorption rate of ammonium nitrogen in water of mezotrophic reservoir .....	65
S t e p a n o v a I.K. Determination of monomeric-dimeric silicic acid in natural waters...	69

#### REVIEW

I.M. Raspopov „Higher water plants in large lakes of North-West part of the USSR. L.: Nauka, 1985. 179 p. (A.J. K u s m i t c h o v, V.A. E k s e r z e v) .....	73
--	----

#### OBITUARY

In memory of Sergei Mikhailovitch Liakhov .....	75
---	----