

06  
ИБВВ

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД

32.944-17.

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

9

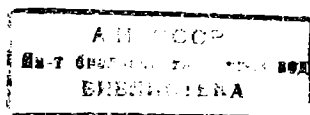
32944-11.

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

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 9



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Ленинград • 1971

Информационный бюллетень «Биология внутренних вод» публикует материалы о работе советских и зарубежных гидробиологических учреждений и соответствующих кафедр, о совещаниях, конференциях, симпозиумах и научных сессиях, посвященных общим и частным вопросам изучения жизни внутренних водоемов, рецензии на книги и статьи по лимнологии и биологии пресноводных организмов. Бюллетень помещает также краткие статьи (объемом не свыше 0.25 авт. л.), излагающие результаты оригинальных исследований, проводимых в этих областях.

Адрес редакции: ц/о Борок Некоузского р-на Ярославской обл., Институт биологии внутренних вод АН СССР.

**Главный редактор**

**доктор биологических наук**

***Б. С. КУЗИН***

**Редактор издания**

**доктор биологических наук**

***Б. К. ШТЕГМАН***

## **МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ МБП ПО ПРОДУКЦИИ БАКТЕРИЙ**

Международный симпозиум по продукции бактерий, организованный пресноводной секцией МБП, состоялся в Ленинграде 27 мая—1 июня 1969 г. Он был пятым методическим симпозиумом этой секции и впервые проходил в СССР. В симпозиуме приняли участие 15 советских и 16 зарубежных ученых, среди них — крупнейшие специалисты по пресноводной и морской микробиологии: Г. Г. Винберг и Т. В. Аристовская, С. И. Кузнецов, М. Н. Лебедева, О. М. Кожова, К. В. Горбунов (СССР), Оле (ФРГ), Хольм-Хансен, Янош, Баррис, Вуд (США), Кадота, Кояма, Тежука (Япония), Страшкрабова (ЧССР), Джерлетти и Мелхиорри (Италия), Ристич (Югославия). Председателем оргкомитета был доктор биологических наук Ю. И. Сорокин. Важную роль в организации симпозиума сыграли члены оргкомитета Г. Г. Винберг, Н. Н. Смирнов (СССР), Жуска (Англия), Кадота (Япония).

Вся программа симпозиума была распределена по пяти основным темам. По теме «Фиксация молекулярного азота в водной среде» конвинумом был д-р Баррис (США). Им недавно разработана ацетиленовая методика определения ассимиляции свободного азота в водной среде. Эта методика позволяет обходиться без громоздких и дорогостоящих массспектрометров, необходимых для измерения фиксации азота с помощью  $N^{15}$ . Новый метод открывает большие возможности в области исследования баланса азота в водоемах. По теме «Методы измерения деструкции органического вещества» обсуждался большой опыт японских и немецких ученых в исследовании деструкционных процессов в водоемах.

Дискуссия по методам определения продукции и биомассы бактерий в водной среде базировалась в значительной степени на результатах работ советских ученых. Были подвергнуты взаимному критическому разбору скляночные методы измерения продукции бактерий и формулы расчета, применяемые в нашей стране (М. В. Иванова, Д.З. Гак, В. И. Романенко), методы проточных культур, применяемые в США (Янош), и метод наблюдений

за ростом микроколоний (Страшкрабова). Большой интерес вызвало сообщение д-ра Холм-Хансена (США), который подробно изложил метод определения содержания живого вещества планктона при помощи анализа содержания в воде аденозинтрифосфорной кислоты.

Значительное внимание было уделено вопросам изучения пищевой роли бактерий в водоемах. В качестве наиболее перспективного метода, позволяющего решать эти вопросы, был отмечен радиоуглеродный метод Ю. И. Сорокина.

Таким образом, на симпозиуме был удачно обобщен мировой опыт методического подхода к решению наиболее трудных вопросов гидробиологии — вопросов количественной оценки деятельности микрофлоры в водоемах. В результате работы симпозиума был составлен макет методического пособия для микробиологических работ (МБП). Комплектация пособия поручена издателям Ю. И. Сорокину (СССР) и Н. Кадота (Япония).

*Ю. И. Сорокин*

---

### **СИМПОЗИУМ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ**

С 2 по 7 июня 1969 г. на биологической станции Белорусского государственного университета Нарочь проходил симпозиум по экологической физиологии водных беспозвоночных. Симпозиум был организован Советским национальным комитетом Международной биологической программы совместно с Белорусским государственным университетом. В его работе приняли участие сотрудники 13 различных учреждений: Белорусского государственного университета, Зоологического института АН СССР, Института биологии внутренних вод АН СССР, Института океанологии АН СССР, Института биологии южных морей АН УССР, Института гидробиологии АН УССР, Института морфологии животных АН СССР, Всесоюзного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства, Белорусского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, Грузинской научно-исследовательской станции рыбного хозяйства, Московского и Саратовского государственных университетов.

На симпозиуме было заслушано свыше 30 сообщений по основным разделам экологической физиологии водных беспозвоночных: интенсивность обмена водных животных и ее зависимость от

индивидуального веса, температуры и других факторов; скорость роста животных и ее зависимость от условий среды; количественные закономерности питания водных беспозвоночных.

Участники симпозиума обменялись мнениями по существу этих проблем, наметили наиболее актуальные направления дальнейших работ, уточнили основные понятия и термины и выяснили ряд организационных вопросов. В итоге рабочей группой симпозиума во главе с Г. Г. Винбергом по материалам заслушанных сообщений подготовлена рукопись, содержащая обобщающий материал и перспективные планы исследований в области экологической физиологии водных беспозвоночных и подлежащая опубликованию в ближайшее время.

*А. В. Монаков*

---

Г. С. Г у б и н а

## ФИТОПЛАНКТОН КАК ИНДИКАТОР БИОЛОГИЧЕСКОГО И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ КУБАНСКИХ ЛИМАНОВ

Кубанские лиманы общей площадью около 100 тыс. га, расположенные в дельте р. Кубань, характеризуются большим разнообразием. Почти каждый лиман имеет свои индивидуальные черты. Несмотря на это, С. К. Троицким и Н.Н. Хариним (1959, 1960) была сделана первая попытка выделить отдельные типы лиманов, сходные по своему рыбохозяйственному значению и общим биологическим чертам. Однако в указанных работах данные по фитопланктону весьма ограничены, поэтому необходимо проведение дальнейших исследований, связанных с классификацией лиманов и выявлением их индикаторов из различных групп организмов.

В настоящей работе использован материал, собранный в весенне-летний период 1963—1968 гг. в количестве 1150 проб осадочного фитопланктона из 70 кубанских лиманов.

В лиманах планктонные водоросли представлены большим разнообразием форм (688), их биомасса в отдельных водоемах колеблется значительно. Сопоставление видового состава и биомассы фитопланктона показало их сходство в отдельных лиманах, что позволило разделить лиманы на ряд групп, или типов.

Исходя из того что видовой состав и биомасса фитопланктона зависят от особенностей водоема, мы приняли следующие показатели для классификации кубанских лиманов.

1. Биомасса синезеленых водорослей и ее значение в общей биомассе фитопланктона.

В кубанских лиманах при цветении синезеленых водорослей их биомасса редко превысит 3—4 г/м<sup>3</sup>. При этом в планктоне доминируют обычно мелкие формы родов *Merismopedia* и *Lyngbia*. Их массовое развитие не вызывает заморов и не оказывает токсического воздействия на рыб. В лиманах с хорошо развитыми макрофитами, являющимися конкурентами водорослей в потреблении биогенов, синезеленых водорослей мало. В связи с тем что они

более других групп фитопланктона чувствительны к повышенной мутности воды, мало их в лиманах, в которые поступает речная кубанская вода, богатая минеральными взвесями.

Таким образом, синезеленые водоросли характерны для продуктивных, слабо заросших лиманов без повышенной мутности воды.

2. Улотрикссовая водоросль (*Planctonema lauterbornii* Smidle).

Характерна для слабо заросших водоемов с относительно высоким содержанием солей (2—3 г/л) и повышенной мутностью воды.

3. Видовое разнообразие и процентное соотношение в биомассе фитопланктона десмидиевых и пирофитовых водорослей.

Десмидиевые характеризуют гуминизацию лиманов, степень их зарастания и заболачивания. Пирофитовые водоросли (пресноводные) свойственны водоемам со щелочной водой, богатым мягкой растительностью, интенсивность развития которой определяет величину биомассы пирофитовых. С повышением солености воды развиваются солоноватоводные, или морские, пирофитовые, которые при снижении солености заменяются пресноводными формами.

Наиболее характерными видами из десмидиевых являются *Cosmarium humile* (Gay) Nordst., *C. margaritifera* Menegh., *Staurostrum pachyrhynchum* Nordst.; из пирофитовых — *Glenodinium pygmaeum* (Lind.) Schill. и *Gl. quadridens* (Stein) Schill.

4. Значительное количество эвгленовых и вольвоксовых водорослей, их видовое разнообразие.

Высокий процент в биомассе эвгленовых и вольвоксовых свидетельствует об органическом загрязнении лиманов.

5. Видовое разнообразие и степень развития диатомовых водорослей. Количество видов водорослей перифитона и частота их встречаемости. Наличие и биомасса видов болотного комплекса из родов *Eunotia*, *Epithemia* и др.

В соответствии с перечисленными показателями нами выделено 8 типов лиманов, наименования которых приняты по доминирующим группам водорослей. Характеристика типов по видовому составу и биомассе дана в табл. 1.

Таким образом, от первого типа к восьмому уменьшается средняя биомасса фитопланктона и роль в ней синезеленых и улотрикссовых водорослей. Одновременно увеличивается значение в биомассе пирофитовых и десмидиевых и расширяется их видовое разнообразие.

Особо выделяется восьмой тип лиманов с избыточным поступлением в них воды из р. Кубань. Эти лиманы из-за высокой мутности воды характеризуются очень низкой биомассой фитопланктона и при уменьшении стока речной воды могут перейти в другой тип.

Первые три типа лиманов нашей классификации соответствуют, по классификации С. К. Троицкого и Н. Н. Харина (1959, 1960), опресненно-судачьим лиманам, четвертый, пятый и шестой типы — пресноводно-тараньим, седьмой — плавневым и вось-

# Классификация кубанских лиманов по составу и биомассе фитопланктона

Тип лиманов	Характерные особенности	Биомасса групп		
		сине-зеленые	диатомовые	
Синезелено-улотри- сковые	Доминируют синезеленые (весной — летом) и улотрисковые (весной). Десмидиевых и пиропитовых мало	55.2	15.1	
Улотрисковые	Доминируют <i>Planctonema lauter- bornii</i> . Синезеленых мало. Десми- диевые и пиропитовые отсутствуют	16.7	30.3	
Синезеленые	Доминируют синезеленые. Улотри- сковых мало. Пиропитовые при- сутствуют . . . . .	64.5	8.1	
Диатомово-синезеле- ные	Доминируют весной и летом диато- мовые. Пиропитовых и десмидие- вых мало . . . . .	22.0	60.0	
Диатомово-эвгленовые	Помимо диатомовых, значительно развиты эвгленовые и вольвоксо- вые. Пиропитовые присутствуют	10.8	32.8	
Диатомово-пиропито- вые	Преобладают диатомовые ( <i>Eunotia</i> ) и в меньшей степени — пиропи- товые . . . . .	6.0	39.5	
Диатомово-пиропито- во-десмидиевые	Доминируют виды родов <i>Pinnularia</i> и <i>Epithemia</i> . Много десмидиевых	5.1	55.5	
Диатомовые	Доминируют мелкие формы диатомо- вых ( <i>Navicula</i> , <i>Nitzschia</i> ) . . . .	5.2	60.6	

мой — русловым. Более дробная классификация по фитопланктону объясняется тем, что фитопланктон — очень чувствительный индикатор, позволяющий быстрее, чем обычные методы рыбохозяйственных исследований, улавливать изменения в состоянии лиманов. Так, представляется возможным наметить ряд важных изменений, которые произошли за последние годы в составе и биомассе фитопланктона ряда водоемов, и проследить переход лиманов в другие типы. Наиболее хорошо это видно на примере лимана Горького (Западного), входящего в состав Черноерковского перестово-выростного хозяйства (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

водорослей, % от общей биомассы						Средне- летняя биомасса, г/м <sup>3</sup>	Исследованные лиманы
улотри- ксовые	десми- диевые	пиро- фито- вые	воль- воксо- вые	эвгле- новые	прочие		
21.1	0.3	0.1	0.6	2.9	4.7	2.0—6.0	Сладкий, Горький (Чел- басской системы), Ко- новаловский, Курчан- ский
48.7	—	—	—	0.3	4.0	1.6	Восточный (в 1963 г.)
2.5	1.6	5.7	2.2	3.2	12.2	1.0—1.6	Большой Карпиевский
0.8	0.9	1.7	1.0	6.8	6.8	1.0—1.3	Малый Карпиевский, Пальчикиевский
0.2	1.2	7.7	12.0	14.5	21.4	0.5—0.7	Глубокий, Писарской, Щучий
—	3.4	35.4	5.7	5.7	4.3	0.6—1.3	Красный, Большой и Малый Безымянные, Кагатский
1.7	14.9	16.4	0.2	4.4	1.8	0.5	Лиманы Талгирской си- стемы
0.9	0.1	7.9	4.8	10.4	10.1	0.2	Большой Ахтангзов- ский, Пригиевский

Т а б л и ц а 2

Биомасса фитопланктона (%) в весенне-летний период в лимане Горьком

Год	Диато- мовые	Синезе- леные	Вольвок- совые	Пирофи- товые	Прочие	Всего	Вся био- масса, г/м <sup>3</sup>
1965	22.3	57.0	0.4	0.6	19.7	100.0	7.3
1967	16.8	0.7	13.8	64.9	3.8	100.0	0.8

Только за два года лиман Горький перешел из типа синезеленых в далеко отстоящий от него диатомово-пирофитовых.

## ЛИТЕРАТУРА

- Тропцкий С. К. и Н. Н. Харин 1959. О биологической классификации приазовских кубанских лиманов и направлении их рыбохозяйственного использования. Тр. VI совещ. по пробл. биол. внутр. вод. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Тропцкий С. К. и Н. Н. Харин. 1960. Биологическая и рыбохозяйственная классификация кубанских лиманов. Тр. Азовск. научн.-иссл. инст. рыбн. хоз., 1, 1.

Азовский научно-исследовательский  
институт рыбного хозяйства

---

В. И. Романенко

### СКОРОСТЬ ПОТЕРИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА КЛЕТКАМИ ПЛАНКТОННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Вопрос о том, с какой скоростью свежесинтезированное органическое вещество водорослей начинает разрушаться, представляет большой интерес как для понимания интенсивности обмена, так и для решения ряда методических задач. Фогг с соавторами (Fogg a. oth., 1965) показали, что в процессе жизнедеятельности водоросли выделяют во внешнюю среду некоторое количество органических веществ. Нами было произведено определение потерь органического вещества водорослями, синтезированного до этого за сутки в процессе фотосинтеза, в Рыбинском водохранилище.

В склянки светлого стекла отбиралось по 200 мл воды и вносилось по 1 мл радиоактивного карбоната  $\text{Na}_2\text{C}^{14}\text{O}_3$  с активностью под счетчиком  $0.5 \cdot 10^6$  имп./мин. Через сутки 50 мл профильтровывалось через мембранный фильтр № 5, а оставшаяся часть пробы ставилась в темноту. Через 24 и 48 час. анализ повторялся. Радиоактивность водорослей на фильтрах определялась под счетчиком Гейгера, и в дальнейшем производился расчет продукции органического вещества за первые сутки и потерь его водорослями в темноте в последующие сутки. Анализы выполнены в середине августа 1967 г., когда суточный фотосинтез достигал 1.2 мг С/л и температура воды была около 20°, и в конце сентября, когда фотосинтез снизился более чем в 10 раз, а температура воды была равна 12°.

Полученные результаты приведены в табл. 1 и 2. В августе пробы воды взяты через равные промежутки от центра водохранилища (ст. 1) и до Череповца (ст. 12), в сентябре — в центральной части.

Суточная первичная продукция органического вещества и его потери в последующие сутки в Рыбинском водохранилище в августе 1967 г.

№ станции	Первичная продукция органического вещества (мкг С/л-сутки)	Потери органического вещества через 24 час.		Потери органического вещества через 48 час.			
		мкг С/л	%, от исходного	от исходной величины		из остатка после 24 час.	
				мкг С/л	в %	мкг С/л	в %
1	305	55	18.0	64	20.8	9	3.6
2	256	24	9.4	25	9.8	1	0.4
3	300	44	14.6	48	16.0	4	1.6
4	483	78	16.1	112	23.2	34	8.4
5	687	77	11.2	150	21.8	73	11.9
6	810	130	16.1	215	26.5	85	12.5
7	776	111	14.4	181	23.3	70	10.5
8	775	90	11.8	191	24.6	101	14.6
9	670	170	25.4	205	30.6	35	7.0
10	722	87	12.0	175	24.2	88	13.9
11	271	110	40.5	—	—	—	—
12	810	255	31.4	—	—	—	—
13	376	54	14.4	—	—	—	—
14	1230	450	36.5	—	—	—	—
15	427	80	18.7	—	—	—	—
Средняя	—	—	19.4	—	22.1	—	8.4

Как следует из этих таблиц, летом и осенью на вторые сутки от начала фотосинтеза потери органического вещества клетками водорослей колебались в пределах 6.9—40.5 (в среднем 21.1%). При этом осенью, когда интенсивность фотосинтеза в водоеме значительно уменьшилась, потери органического вещества фитопланктона были такими же, как и летом, даже несколько больше.

В лаборатории в дальнейшем мы пытались определить, как велики потери свежесинтезированного органического вещества за счет дыхания водорослей, т. е. за счет выделения в виде  $\text{CO}_2$  и в виде растворенных или разрушенных органических веществ.

Водоросли (хлорелла) метились на среде с  $\text{C}^{14}\text{O}_3$ , а затем при слабом вакууме среда профильтровывалась через мембранный фильтр № 6 с диаметром пор 3—6 мк, и водоросли осторожно промывались на фильтре подкисленной до pH 5.5 водой для удаления радиоактивного карбоната. После этого они осторожно переносились в среду Успенского и их активность определялась под счетчиком. Полученная суспензия водорослей разливалась по 10 мл в пробирки объемом 25 мл, которые закрывались резиновой пробкой. В двух пробирках водоросли сразу же фиксировались формалином и щелочью, а остальные выдерживались на свету и в темноте разное время, после чего они тоже фиксировались. Часть проб профильтровывалась через мембранный фильтр № 5 (диаметр пор 1.2 мк), и в фильтрате определялась радиоактивность органического вещества, прошедшего через фильтр при слабом

вакууме. Из других проб при подкислении в поглотитель со щелочью выделялась углекислота, радиоактивность которой определялась после осаждения барием.

В результате этих опытов определено, что потери свежесинтезированного органического вещества составляют небольшую величину — 0.4—1% от исходной; основная доля приходится на потери органического вещества при дыхании в виде  $\text{CO}_2$  (от 5.7 до 21.7%) в последующие 24 часа после фотосинтеза. Если водоросли метились всего 2 часа, то выделение меченой  $\text{CO}_2$  наблюдается уже через 1—3 часа нахождения в темноте. Результаты одного из опытов приведены в табл.3.

Т а б л и ц а 2

Суточная первичная продукция органического вещества и его потери в последующие сутки в Рыбинском водохранилище в сентябре 1967 г.			
№ станции	Первичная продукция органического вещества (мкг С/л·сутки)	Потери органического вещества через 24 час.	
		мкг С/л	% от исходной
1	39	9	23.1
2	81	19	23.4
3	55	10	18.2
4	36	10	27.8
5	16	6	37.5
6	20	4	20.0
7	45	17	37.8
8	33	8	24.2
9	29	2	6.9
10	66	7	10.6
Средняя	—	—	22.9

Т а б л и ц а 3

Потери свежесинтезированного органического вещества хлореллой при дыхании				
Метилась на свету, час.	Стояла в темноте, час.	Фотосинтез за время мечения, мг С/л	Потери органического вещества в виде $\text{CO}_2$ при дыхании	
			мг С/л	% от исходной
2	5	8.39	1.00	11.9
2	22	8.39	1.82	21.7
4	4	27.1	1.55	5.7
4	20	27.1	5.22	19.3
4	44	27.1	5.34	19.7
7	17	38.7	5.17	13.4

При определении скорости поступления органического вещества в деструкционный процесс были поставлены опыты с различным содержанием бикарбоната в среде, в которой находились водоросли после мечения (табл. 4.).

Хлорелла метилась в течение 24 час. и затем выдерживалась в темноте и на свету также 24 часа. Из приведенных результатов (табл.4) видно, что при небольшом содержании карбонатов в среде выделенная при дыхании углекислота почти полностью вовлекается в биосинтез, в то время как при большом содержании карбонатов реассимиляция уменьшается, но все же имеет место. Это свидетельствует о том, что клетки водорослей окружены выдыхаемой ими углекислотой (в зависимости от pH среды она может перейти в карбонаты), которая может вторично вовлекаться в биосинтез на свету. На такую возможность указывал Райтер (Ryther, 1956).

Потери органического вещества хлореллой в виде  $\text{CO}_2$  на свету и в темноте при разном содержании в среде бикарбоната натрия

	5.3 мг С/л		1000 мг С/л		2000 мг С/л	
	на свету	в темноте	на свету	в темноте	на свету	в темноте
Процент выделенной $\text{CO}_2$ от меченого органического вещества . . .	0.15	6.8	4.8	8.3	3.7	7.2
Процент реассимиляции $\text{CO}_2$ на свету . . . . .	<del>6.65</del> 98	—	<del>35</del> 42	—	<del>35</del> 48	—

Таким образом, свежесинтезированное органическое вещество при фотосинтезе у водорослей очень скоро вовлекается в систему дыхания. Выделение его в виде углекислоты в первые сутки может достигнуть 20%, в последующее время оно снижается. Потери органического вещества в виде  $\text{CO}_2$  больше по сравнению с потерями в виде растворенных органических веществ. К разрушению последних, по-видимому, могут подключаться бактерии.

Из потерь органического вещества клетками водорослей и явления реассимиляции следует, что радиоуглеродный метод определения продукции органического вещества не может дать величины, равной валовому фотосинтезу, а должен давать чистую величину или среднюю между чистой и валовой продукцией органического вещества.

#### ЛИТЕРАТУРА

- R y t h e r J. H. 1956. Interrelation between photosynthesis and respiration in the marine Flagellate *Dunaliella euctlora*. Nature, 178, 4538.  
F o g g G. E., C. N a l e w a j k o and W. D. W a t t. 1965. Extracellular products of phytoplankton photosynthesis. Proc. Roy. Entomol. Soc. London, B, 162, 989.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

А. Г. Шехов

#### ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КУБАНСКИХ ЛИМАНОВ

Кубанские лиманы размещаются на обширной территории — от Челбасских лиманов на севере до Ахтанизовских на юге. Длина этого участка равна 160—170 км, ширина колеблется от 20 до 50 км. Всего насчитывается около 200 лиманов. Большинство их сильно зарастает. Плесы окружают тростниковые, реже тро-

стниково-рогозовые или рогозовые заросли. Толща воды заполняется водной растительностью.

Растительность — хороший индикатор почвы. Гидрофиты тесно связаны с водной средой и отличаются определенной приспособленностью к глубинам, различным грунтам, воздействию мутности, подвижности воды (рис. 1). Так, рдест пронзеннолистный произрастает на больших глубинах с мутной водой и плотным грунтом, рдест курчавый — на средних глубинах, в мутной воде, на рыхлых грунтах. Широкой приспособ-

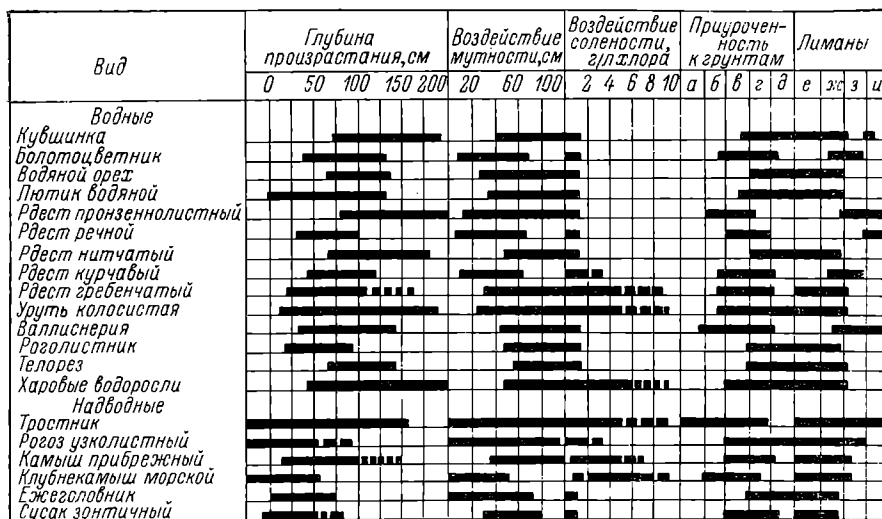


Рис. 1. Влияние экологических факторов на развитие растительности в Кубанских лиманах.

а — песчано-ракушечный грунт; б — плотный ил; в — средний ил; г — мягкий ил; д — черный ил. Участки лиманов: е — стоячие; жс — затишные; з — прибойные; и — проточные.

особенностью отличаются виды: тростник, камыш, рдест гребенчатый, уруть колосистая. Сходные условия развития водных растений отмечены в других районах (Калинина, 1938; Богдановская-Гиенэф, 1950).

По доминирующим растительным сообществам лиманы можно разделить на семь фитоценологических типов, образующих экологический ряд по возрастанию зарастаемости и заболачиваемости (рис. 2).

Первый тип — рдестовопронзеннолистные лиманы — объединяет большие, глубокие (до 150—250 см) водоемы с плотным илом и небольшим слоем подвижного наила. К таким лиманам можно отнести Ахтанизовский, Курчанский и Крапивкиевский. Площадь

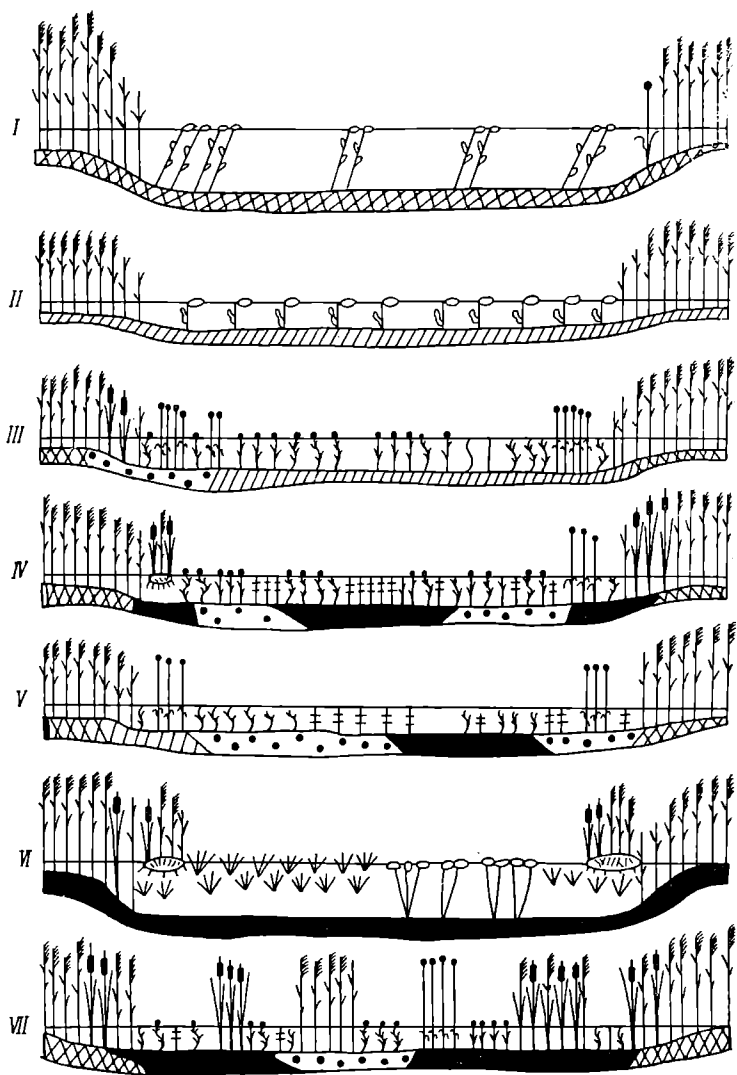


Рис. 2. Фитоценотические типы лиманов.

I — рдестовопроиззеннолистный; II — рдестовокузачувый; III — урутьсво-рдестовогребенчатый; IV — урутьсво-рдестово-харовый; V — харово-роголистниковый; VI — телорезово-нимфейный; VII — рогозо-тростниковый.

1 — тростник; 2 — рогоз; 3 — камыш; 4 — рдест произзеннолистный; 5 — рдест курчавый; 6 — рдест гребенчатый; 7 — уруть; 8 — хара; 9 — роголистник; 10 — телорез; 11 — нимфейник; 12 — сплавины. Илы: 13 — плотный; 14 — мягкий; 15 — с органикой; 16 — черный.

этих лиманов исчисляется сотнями и тысячами гектаров. Вода мутноватая. *Potamogeton perfoliatus* образует проективное покрытие 5—10%.

Второй тип — рдестовокурчавые лиманы — объединяет в основном большинство Жестерских и многие Куликовские лиманы. Площадь отдельных лиманов не превышает 400—500 га. Проективное покрытие *Potamogeton crispus* составляет 60—80%. Грунт — серый рыхлый ил. Глубина 80—100 см. Вода мутная.

В лиманах последующих типов толщу воды заполняет погруженная растительность, вегетирующая почти круглый год. Вода от присутствия растительности не взмучивается ветром, всегда прозрачная (проективное покрытие 80—100%). Грунты илистые — от серых мягких до черных рыхлых, с большим содержанием органики. Глубина от 50 до 120 см, и только в Талгирских плавневых лиманах — до 200—225 см.

Третий тип — урутьево-рдестовогребенчатые лиманы — характеризуется развитием сообщества *Myriophyllum spicatum* и *Potamogeton pectinatus*. В состав типа входят крупные лиманы (Бойкиевский — 2100 га, Рясной — 2200 га), но большинство из них имеет средние площади, исчисляющиеся сотнями гектаров. Основные лиманы этого типа находятся в Ахтарско-Гривенской системе: Пальчикиевский, Скилеватый, Сафониевский, Красный.

Четвертый тип — урутьево-рдестово-харовые лиманы — отличается от предыдущего меньшими размерами водоемов, появлением значительных площадей флорации харовых водорослей *Chara* sp., более разнообразным видовым составом. Типичные лиманы: Большой Кущеватый из Челбасских, Камковатый, Чалиевский, Крапивкиевский, Безымянный из Ахтарско-Гривенских, Горький, Писарской из Черноерковско-Сладковских.

Пятый тип — харово-роголистниковые лиманы — составляют застойные, заболоченные, небольшие или средней величины лиманы. Питаются водой из массивов окружающих плавней и соединяются узкими, извилистыми, труднопроходимыми протоками. К харовым лиманам относится большинство Челбасских водоемов, к роголистниковым — Щучий из Черноерковско-Сладковских и многие Куликовские лиманы (Долгий, Мартынячий, Сладкий).

Шестой тип — телорезово-нимфейные лиманы — распространен среди глубоководных (200—225 см) плавневых водоемов. В них развиты флорации *Nymphaea candida*, *Nuphar luteum*, *Stratiotes aloides*. Заросли сплошные, с большой биомассой и на больших площадях. У прибрежной тростниковой кромки с примесью рогоза располагаются небольшие рогозово-тростниковые сплавины. Типичным представителем может служить лиман Солодко-Рясной из Талгирской группы. Лиманы этого типа имеются и в Крапивкиевской группе — Хворостяной кут, Иршин, Средний.

Седьмой тип — рогозово-тростниковые лиманы — с погруженной растительностью. Это мелководные водоемы, проросшие на 60—80% куртинами *Phragmites communis*, *Typha angustifolia* с примесью *Sparganium ramosum* и *Schoenoplectus litoralis*. Промежутки между куртинами заполняют *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ranunculus circinatus*, *Chara* sp. Лиманы этого типа: Солёный I, Утиный, Гажиевский из Ахтарских, Погорелов из Черноерковско-Сладковских.

Распределение площадей по фитоценоотическим типам в Кубанских лиманах, %

Системы и группы	Тип							Всего
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Челбасская								
Восточная . . . . .	5.6	—	0.1	1.9	0.4	—	—	8.5
Западная . . . . .	—	—	—	—	0.5	—	—	
Ахтарско-Гривенская								
Восточная . . . . .	—	—	1.7	3.8	—	—	0.1	37.2
Карпиевская . . . . .	10.8	1.2	2.6	0.8	—	0.8	—	
Пригневская . . . . .	1.8	—	4.4	1.4	0.5	—	0.1	
Западная . . . . .	—	—	6.4	0.4	—	—	0.1	
Талгирская . . . . .	—	—	—	—	0.1	0.1	0.1	
Черноерковско-Сладковская								
Сладковская . . . . .	2.2	—	0.3	1.0	0.2	—	—	13.2
Мечетная . . . . .	—	0.6	2.2	0.3	1.2	—	—	
Горький . . . . .	—	—	0.7	2.9	—	—	1.6	9.5
Жестерская . . . . .	5.1	2.5	—	1.3	0.2	—	0.4	
Куликово-Курчанская								
Куликовская . . . . .	0.6	4.3	0.8	1.9	0.7	—	—	17.6
Курчанская . . . . .	9.3	—	—	—	—	—	—	
Ахтанизовская . . . . .	13.5	—	0.4	—	—	—	0.1	14.0
Всего . . . . .								
Количество лиманов . .	48.9	8.6	19.6	15.7	3.8	0.9	2.5	100.0
	16	21	34	35	22	4	8	140

Распределение площадей Кубанских лиманов показано в таблице. Почти половина общей площади лиманов (48.9%) приходится на первый тип.

Восточная группа Челбасских лиманов, большинство Жестерских, Крапивкиевский, Курчанский и Ахтанизовский лиманы относятся к первому типу. Наиболее заросшими, входящими в третий—седьмой типы, являются лиманы западных групп Челбасской и Ахтарско-Гривенской систем и Талгирские лиманы.

Рассмотренные типы различаются между собой по количеству входящих в них лиманов. Около половины их общей численности (69 из 140) приходится на третий и четвертый типы, затем идут пятый, второй, седьмой и шестой.

При сравнении фитоценотической классификации лиманов с рыбохозяйственной (Троицкий, Харин, 1960) обнаруживаются многие сходные черты. Первый и второй фитоценотические типы близки к опресненным судачьим и русловым лиманам, третий, четвертый и пятый — к пресноводным тараньим, шестой и седьмой — к плавневым лиманам.

## ЛИТЕРАТУРА

- Богдаповская-Гпензф И. Д. 1950. Материалы к познанию озер поймы Волги. Тр. Ленингр. общ. естествоиспыт., 7, 3.
- Калинина А. В. 1938. Некоторые закономерности распределения растительных группировок в водоемах Молого-Шекснинского междуречья. Тр. Биол. инст. АН СССР, сер. III, геоботаника, 4.
- Троицкий С. К., Н. Н. Харин. 1960. Биологическая и рыбохозяйственная классификация Кубанских лиманов. Тр. Азовск. научн.-иссл. инст. рыбн. хоз., 1, 1.

Азовский научно-исследовательский  
институт рыбного хозяйства

---

Л. И. Лисицына и Г. А. Жукова

### О РОСТЕ КАМЫША ОЗЕРНОГО (*SCIRPUS LACUSTRIS* L.) НА РАЗНЫХ ТИПАХ ГРУНТА

Камыш озерный широко распространен в естественных и искусственных водоемах. На водохранилищах он появляется в первые годы их создания и быстро расселяется по всей литорали, занимая значительные площади мелководных участков. Ежегодно фитоценозы камыша продуцируют в подземных и надземных органах большое количество органического вещества. Однако если фитомасса надземных побегов камыша и их годовая продукция более или менее изучены, то данные по продуктивности подземных органов весьма скудны (Aario, 1933; Hefny, 1960; Seidel, 1956, 1966; Westlake, 1963, 1965). Недостаточно материалов о росте и развитии этого вида на различных типах грунта.

В 1969 г. в экспериментальных условиях исследовалось количественное соотношение годовой продуктивности подземных и надземных органов камыша озерного, выросшего на песке, торфе и перегное, а также их линейный рост.

Кроме того, определялось соотношение перечисленных показателей в смешанных посадках камыша с хвощом или с манником. Весной в сосуды с песком, торфом и перегноем были высажены одинаковые корневища камыша, предварительно взвешенные и измеренные. В сосуды большего размера с такими же группами произведены смешанные посадки камыша озерного с хвощом приречным (*Equisetum fluviale*) и манником большим (*Glyceria maxima*). В опытах использованы следующие почвы: крупнозернистый песок с содержанием органического вещества (0,2%), торф, по механическому составу состоящий на 60% из частиц размером от 0,05 до 0,01 мм с содержанием органического вещества (69,9%), торфо-перегнойная смесь с добавлением небольшого количества ила (содержание органики 29,8%).

Все сосуды с корневищами были помещены в пруд на глубину 30—40 см. В течение лета каждые 10 дней измерялся линейный прирост надземных побегов. По окончании вегетационного периода растения были извлечены из сосудов, отмыты, измерены, доведены до воздушно-сухого состояния и взвешены. Вновь образовавшиеся и прошлогодние побеги взвешивались отдельно.

Прежде всего необходимо отметить, что все надземные и подземные побеги камыша, образующиеся в течение лета из одного высаженного корневища, мы условно называем парциальным кустом и рассматриваем рост и продукцию этого куста. Результаты опыта приведены в таблице, из которой видно, что годовая продукция подземных органов парциального куста значительно выше таковой надземных. В чистых посадках на всех типах грунта продукция подземных частей растения в 3 раза превышает надземную продукцию. Несмотря на то что общая фитомасса корней и корневищ камыша в зависимости от типа грунта колеблется в широких пределах (в наиболее благоприятных условиях она в 5 раз выше, чем в менее благоприятных), отношение надземной фитомассы к подземной остается сравнительно постоянным.

При сравнении веса отдельных органов видно, что наибольшая биомасса корневищ образовалась на богатых перегноем грунтах (см. таблицу). Они более толстые, число боковых ветвей, образующихся в течение года, может достигать семи. На торфе биомасса корневищ и число боковых побегов в 2 раза ниже. Биомасса же корневищ камыша, выросшего на песке, в 7 раз меньше, чем на перегное.

Рост корней в зависимости от типа грунта происходит иначе. Биомасса корней на всех типах грунта практически остается постоянной. На бедных грунтах корни длиннее и гуще покрывают небольшие корневища. Интересные данные получены при рассмотрении соотношения веса корней и корневищ камыша с различных грунтов. В благоприятных условиях, где биомасса корневищ очень высока, вес корней составляет только 32% от веса корневищ. В менее благоприятных трофических условиях вес корней равен весу корневищ, т. е. органы — хранилища запасов питательных веществ — развиты слабо и половину подземной биомассы составляют корни — поставщики питательных веществ.

Общая продуктивность и надземных органов находится в тесной зависимости от типа грунта. Так, вес надземных побегов

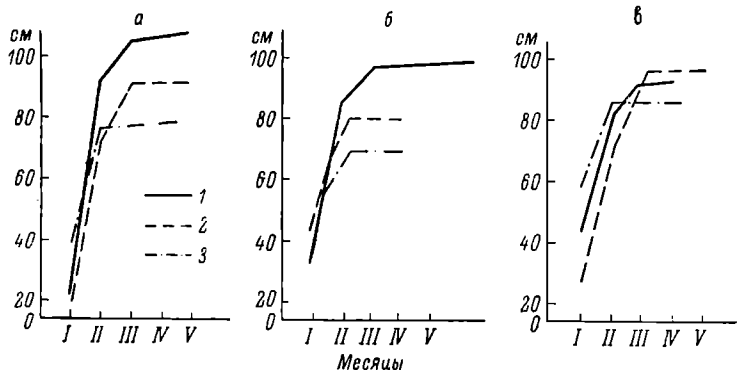
Годовая продукция (в г воздушно-сухого веса) и рост надземных и подземных органов *Scirpus lacustris* L. на различных типах грунта

	Чистый камыш			Камыш с хвощом			Камыш с манником		
	пере- гной	торф	песок	пере- гной	торф	песок	пере- гной	торф	песок
Биомасса под- земных побегов (корневищ), г	56.5	27.3	8.2	61.5	29.1	19.8	30.1	6.4	3.1
Число подзем- ных побегов	7	3	1	5	4	4	4	2	2
Общая длина подземных побегов, см	25	38.8	14	80	46.3	34.3	52.5	13.5	7.8
Биомасса корней, г	18.2	8.3	7.0	7.8	12	7.4	4.0	4.9	3.4
Длина кор- ней, см	24	29.3	37.3	29	40	14	26.5	36	31
Биомасса под- земных орга- нов, г	74.7	35.6	15.2	69.3	41.1	27.2	34.1	11.3	6.5
Биомасса над- земных орга- нов, г	20.5	10.4	5.5	31.1	18.7	12.0	14.7	9.8	7.4
Число надзем- ных побегов	20	12	8	24	8	13	20	7	5
Соотношение надземной и подземной биомассы	1:3.6	1:3.4	1:2.7	1:2.2	1:2.2	1:2.2	1:2.2	1:1.2	1:0.9
Общая био- масса, г	95.2	46.0	20.7	100.4	59.8	39.2	48.8	21.1	13.9
Надземная биомасса к об- щей биомас- се, %	21.6	22.7	26.6	31.0	31.3	30.7	30.2	46.5	52.6

парциального куста камыша с перегной в 4 раза выше, чем с песка. Изменяются и средняя высота побегов, их вес и число. При рассмотрении линейного прироста побегов в течение сезона установлено, что рост их неравномерен. Наиболее интенсивный суточный прирост наблюдается на первых этапах развития (см. рисунок). В этот период в нашем опыте он достигал на перегное 5 см, на торфе 4 см и на песке 1 см. Затем рост постепенно замедляется и через 20—25 дней практически прекращается, причем на песчаных грунтах наблюдается более резкое прекращение роста.

Говоря об общей годовой продукции камыша озерного в надземных и подземных побегах, можно отметить, что наибольших величин она достигает на перегное и уже на торфянистых грунтах снижается в 2 раза, а на песке в 4 раза.

При рассмотрении влияния хвоща приречного и манника большого на рост и развитие камыша озерного прежде всего обращает внимание, что манник оказывает на камыш угнетающее действие. Общая фитомасса камыша в посадках с манником на всех типах грунта значительно ниже, чем в чистых. Хуже развиваются подземные побеги, в результате чего на торфе и песке



Рост надземных побегов камыша озерного на разных типах грунта.

1 — на перегное; 2 — на торфе; 3 — на песке. а — чистые заросли камыша; б — камыш с манником; в — камыш с хвощом.

надземная биомасса равна подземной. На то, что здесь имеет место непосредственное влияние одного растения на другое, а не недостаток питательных веществ, указывает тот факт, что в посадках с хвощом на тех же грунтах снижения биомассы не происходит, а иногда наблюдается некоторое ее увеличение.

Таким образом, установлено, что в экспериментальных условиях в течение одного года фитомасса надземных органов, возникших в течение лета, составляет около 25% от общей годовой продукции этого растения, т. е. при определении продуктивности ассоциаций камыша озерного путем взятия укосов учитывается только четвертая часть всей продукции сообщества. Это соотношение сохраняется на различных грунтах и нарушается только в смешанных зарослях. Накопление общей фитомассы зависит от типа грунта и колеблется у большинства органов этого растения в широких пределах. Более постоянной величиной является масса корней. Период роста надземных побегов непродолжителен, наиболее интенсивный прирост наблюдается в первые 10—15 дней. К моменту цветения и в дальнейшем рост побегов прекращается.

- Aario L. 1933. Vegetation und postglaziale Geschichte des Nurmijarvi-Sees. Suomol eläin-ja kasvit, Seur van. Kasvit. julk. 3, 2.
- Hefny S. 1960. Ökologische charakteristik der Wasser- und Sumpfplanzen in den Slovakischen Tiefebene. Vdyavatel'stvo Slovenskej Akad. Vied, Bratislava.
- Seidel K. 1956. Scirpus lacustis im eutrophen See. Z. Fische, 7—8.
- Seidel K. 1966. Reinigung von Gewässern durch höhere Pflanzen. Naturwissenschaften, 53.
- Westlake D. F. 1963. Comparisons of plant productivity. Biol. Revs. Cambridge Philos. Soc., 38.
- Westlake D. F. 1965. Some basic data for investigations of the productivity of aquatic macrophytes. Memorie Inst. ital. Idrobiol., 18.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Б. Ф. Жуков

# ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ *PLEUROMONAS JACULANS* PERTY (*BODONINA*, *PROTOZOA*)

Данная работа посвящена изучению изменчивости повсеместно распространенного бесцветного жгутиконосца *P. jaculans*.

Для опыта была взята линия *P. jaculans*, выделенная из Рыбинского водохранилища. Для выявления действия различных условий на форму тела и размеры жгутиконосцев использовались различные среды: синтетическая минеральная среда Прата, физиологический раствор, среда ШП (Кампилов, 1967), вода из водоема. Изучалось действие различной солености (среда ШII), pH, влияние подкормки органикой. Во всех случаях наблюдения велись от начальных фаз развития культуры до ее старения.

В результате опытов было установлено, что изменение формы и размеров тела у *P. jaculans* может быть значительным. Тем не менее во всех вариантах наряду с экземплярами, отличными от обычных, встречались и совершенно нормальные формы. Среди наблюдаемых изменений можно выделить такие, которые связаны с ростом и старением культуры, а также с влиянием повышенной солености. Влияние различных pH обнаружить не удалось. Подкормка органикой вызывала некоторое увеличение размеров тела при сохранении формы. Жгутиконосцы из голодных культур были, как правило, несколько мельче. На среде Прата без солей азота и фосфора наблюдались обычные изменения, характерные для растущих и стареющих культур, лишь в одном случае (см. рисунок, 19) были встречены резко отличные формы.

Остановимся более подробно на обнаруженных изменениях.

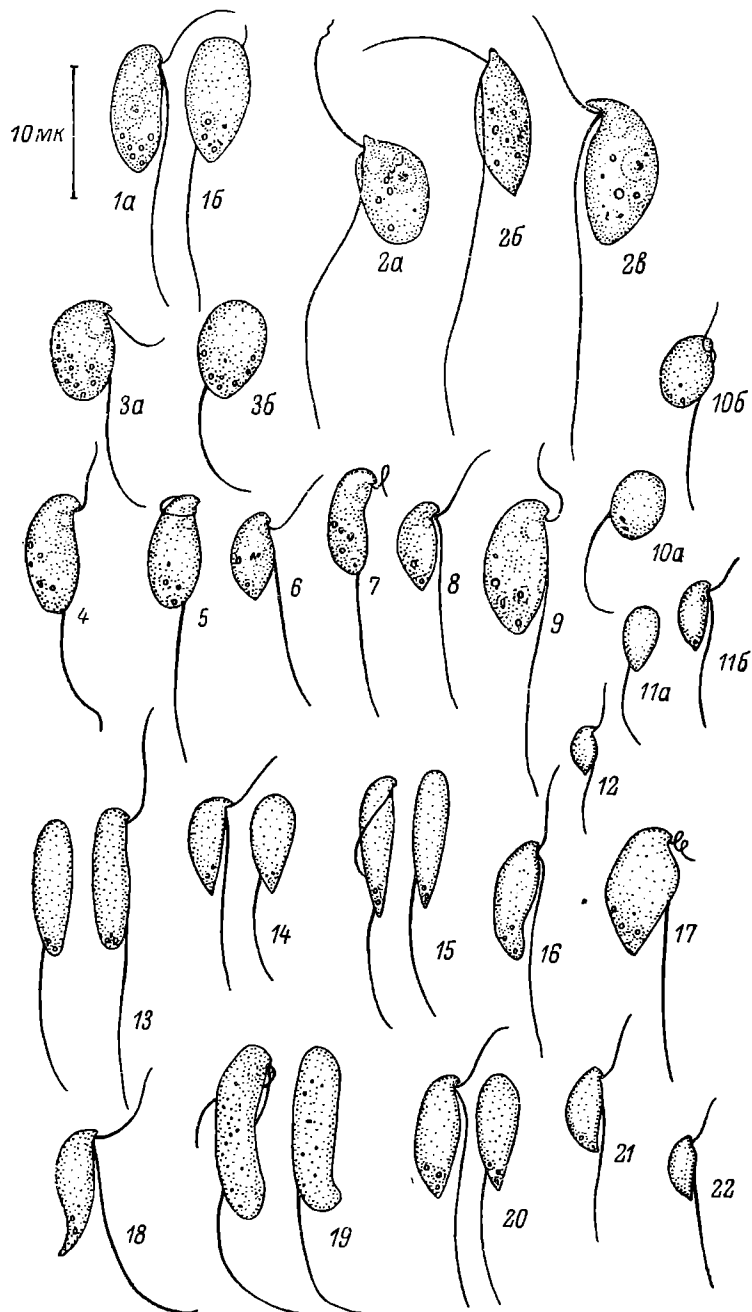
1. Изменения, связанные с ростом и старением культуры. Наблюдаются при развитии жгутиконосцев в естественной воде, на среде Прата с добавлением органики и без нее, на среде Прата с солями азота и фосфора и без них, а также на среде ШП с различной соленостью и при культивировании в физиологическом растворе.

В начале развития культуры, когда происходит интенсивное деление жгутиконосцев, они мало различаются по размерам (длина в среднем составляет 6—7 мк), тело толстое, округлое, ширина и толщина его примерно равны; рострум слабо выражен (см. рисунок, 3, а, б). При дальнейшем развитии в культуре начинают преобладать обычные формы (см. рисунок, 4—9), в среднем длиной 6—8 мк, толщиной 2.5—3 мк и шириной 4—4.5 мк. Изредка встречаются и более крупные особи. Обнаруживается большая изменчивость формы тела: она может быть яйцевидной, бобовидной или почти овальной, чаще всего с закругленным задним концом. Рострум обычно четко выражен. По мере старения культуры изменчивость размеров тела увеличивается. Наряду со жгутиконосцами длиной 6—10 мк встречаются мелкие особи длиной 5 мк и даже 3.5—4 мк (см. рисунок, 10—12). В общей массе преобладают экземпляры обычной формы длиной 6 мк. Более мелкие иногда сохраняют обычную яйцевидную или бобовидную форму или становятся более округлыми. Относительная длина жгутиков во всех случаях остается постоянной.

2. Изменения, связанные с соленостью. Наблюдаются на среде ШП 10—15‰ и в физиологическом растворе. Следует отметить, что основная масса жгутиконосцев и в этих условиях сохраняет обычную форму и размеры, особенно в начальный период развития. Но по мере старения культуры все чаще встречаются формы, довольно отличные от обычных (см. рисунок, 13—18, 20—22). В большинстве случаев это крупные жгутиконосцы — длина 7—10 мк и даже 12 мк, но узкие — толщина 2—2.5 мк и ширина 2.5—3 мк, обычно с сильно оттянутым задним концом. Относительная длина жгутиков при этом сохраняется постоянной. При повышении солености перестает обнаруживаться сократительная вакуоль; так, при солености 10 и 15‰ ни разу не удалось ее наблюдать. Очень редко у отдельных индивидуумов сократительная вакуоль обнаруживается при солености 5‰. Это связано, очевидно, с тем, что период ее сокращения увеличивается (у жгутиконосцев, культивируемых в естественной воде и на среде Прата, он равен 10—12 сек.), а сама сократительная вакуоль уменьшается в размерах, что усложняет ее обнаружение.

Таким образом, в зависимости от условий среды и состояния культуры у *P. jaculans* могут значительно измениться форма и размеры тела. При сравнении форм *P. jaculans* с таковыми

10 MK



другого вида — *P. nasuta* Skuja (см. рисунок, 2, а—в) — обнаруживается их идентичность.

*P. jaculans* Perty (Perty, 1852; Fisch, 1885; Alexeieff, 1929) — свободноплавающий или прикрепленный жгутиконосец, слегка метаболирует, яйцевидной или бобовидной формы, с заостренным и загнутым наподобие клюва передним концом (рострум). Длина 6—10 мк, толщина 2.5—3.5 мк, ширина 4—5 мк.<sup>1</sup> Жгутики отходят от переднего конца тела из-под рострума. Плавательный жгутик приблизительно равен длине тела, рулевой в 2—3 раза длиннее. Сократительная вакуоль в переднем конце тела, ближе к брюшной стороне. Ядро приблизительно в центре тела (см. рисунок, 1, а—б).

*P. nasuta* (Skuja, 1948) — свободноплавающий или сидящий жгутиконосец, немного метаболирует. В прикрепленном состоянии эллипсоидный, с заостренными концами, передний край немного оттянут и загнут к брюшной стороне; в подвижном состоянии задний конец закруглен. Длина 8—11 мк, ширина 4—5 мк. Передний жгутик приблизительно равен или в 1.5 раза длиннее тела, задний длиннее тела в 2.5—3.5 раза. Сократительная вакуоль в передней части тела. Ядро занимает центральное положение, ближе к спинной стороне. Прикрепившись, скачет или раскачивается, как *P. jaculans*. Автор отмечает также, что оба жгутика выходят из-под клювообразного выроста на переднем конце тела.

Как видно из описания, эти два вида очень схожи (см. также: Жуков, 1970). Скуя (Skuja, 1948) пишет, что *P. nasuta* близок к *P. jaculans*, но в отличие от последнего в прикрепленном состоянии более эллипсоиден, заострен на обоих концах, причем передний конец характерно загнут в форме клюва. Тем не менее подобные формы часто обнаруживались нами в культуре *P. jaculans* (см. рисунок, 8—9, 14, 20). Все это не дает основания для выделения *P. nasuta* в самостоятельный вид.

---

<sup>1</sup> Следует отметить, что под шириной жгутиконосца все авторы понимают фактически его толщину, т. е. ширину боковой стороны, которой он чаще всего повернут к наблюдателю. Фактической шириной должна считаться ширина спинной стороны, которая может в 1.5—2 раза превышать толщину тела.

---

#### Изменение формы и размеров *Pleuromonas jaculans* под влиянием различных факторов.

1 — *P. jaculans* Perty: 1а — сбоку, 1б — со спинной стороны; 2а—2в — *P. nasuta* Skuja (по: Skuja, 1948); 3—12 — формы *P. jaculans*, наблюдаемые в процессе развития и старения культуры; 3а, 3б — в начале интенсивного развития культуры, 4—9 — обычные формы, 10а, 10б, 11а, 11б, 12 — наиболее часто встречаемые в старых культурах; 13—18, 20—22 — формы, встречающиеся на среде ШП 10 и 15%<sub>100</sub> и в физиологическом растворе; 19 — однажды обнаруженные формы на среде Прата без солей фосфора и азота после 4 месяцев культивирования.

- Жуков Б. Ф. 1969. Определитель бесцветных жгутиконосцев подотряда *Bodonina* Hollande. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 20 (23).
- Камшилов М. М. 1967. Развитие бесцветных жгутиконосцев *Bodo marina* на синтетической минеральной среде. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 14 (17).
- Alexeieff A. 1929. Matériaux pour servir à l'étude des protistes coprozoïtes. Arch. zool. expél. et gén. Notes et revue, 68, 3.
- Fisch C. 1885. Untersuchungen über einige Flagellaten und verwandte Organismen. Z. Wiss. Zool., A, 42.
- Perty M. 1852. Zur kenntnis kleinster Lebensformen. Bern.
- Skuja H. 1948. Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppsala land. Sweden. Symb. Bot. Upps., 9, Uppsala.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Н. В. Горячева

# К БИОЛОГИИ *BODO MARINA*

Ранее было обнаружено, что рост культуры *B. marina* зависит от количества органического вещества, содержащегося в культуральной среде. Даже следы органики в непрокаленных минеральных солях, используемых для приготовления среды, ускоряют рост культуры этих организмов по сравнению с ее ростом на прокаленных солях (Горячева, 1969а). Данные опытов М. М. Камшилова (1967) свидетельствуют о возможном использовании жгутиконосцами *B. marina* для своего питания органики воздуха. Было также установлено, что эти жгутиконосцы способны выдерживать большие колебания солености (от 10 до 70<sup>0</sup>/<sub>00</sub>) и сильный свет (Горячева, 1969б).

В данной работе рассматривается влияние на рост *B. marina* в культуре рН среды и кислородного режима.

Для выяснения чувствительности жгутиконосцев к активной реакции среды обычно применяется стандартная среда ШП (Камшилов, 1967), которая после автоклавирования подкислялась 0.1 н. HCl или подщелачивалась 0.1 н. NaHCO<sub>3</sub> для получения нужных значений рН. Были приготовлены среды с рН в пределах 5.0—9.0. Реакция среды устанавливалась и проверялась по колориметрической шкале с точностью до 0.1. Среда с заданным значением рН разливалась по 100 мл в стерильные колбы Виноградского, заражались исходной, предварительно просчитанной суспензией жгутиконосцев и помещались в термостат с температурой 20°. Показателем отношения *B. marina* к различным значениям рН среды служила численность клеток в 1 мл. На 2-й, 5-й, 10-й и 15-й дни производился подсчет клеток под микроскопом. Для этого из каждой колбы после тщательного взбалтывания стерильной пипеткой в чашки Петри переносилось по 10 мл суспензии, в кото-

рой просчитывались жгутиконосцы в 25—50 полях зрения. В день просчета в каждой колбе определялась реакция среды. Было поставлено пять параллельных опытов для каждого значения рН (см. таблицу).

В ходе эксперимента было обнаружено, что для *B. marina* значения рН 5.0, 5.5 и 9.0 летальны. Гибель наступает в течение первых суток. В колбах с рН среды 6.0 и 8.5 на 5-й день выживает около 10% жгутиконосцев от исходной численности (см. таблицу). При дальнейшем культивировании рН среды в этих колбах сдвигается с 6.0 на 6.4 и с 8.5 на 8.3 и в обоих случаях начинается рост культуры. Оптимум роста находится в диапазоне рН 7.0—8.0, несмотря на то что многие годы жгутиконосцы культивируются в лабораторных условиях на культурной среде с рН 6.4—6.8.

Изменение численности клеток *B. marina* на средах с разной активной реакцией

Серия опыта	Исходная численность		На 5-й день		На 10-й день		На 15-й день	
	рН среды	число клеток в 1 мл $\times 10^3$	рН среды	число клеток в 1 мл $\times 10^3$	рН среды	число клеток в 1 мл $\times 10^3$	рН среды	число клеток в 1 мл $\times 10^3$
I	5.0	0.7	} Жгутиконосцы погибают					
II	5.5	0.7						
III	6.0	0.7	6.0	0.07	6.4	99.8	6.4	122.8
IV	6.5	0.7	6.5	0.34	6.6	115.0	6.8	345.6
V	7.0	0.7	7.0	6.05	7.0	302.2	7.0	490.0
VI	7.5	0.7	7.5	8.74	7.5	441.0	7.4	499.0
VII	8.0	0.7	8.0	4.03	8.0	384.0	7.9	633.6
VIII	8.5	0.7	8.5	0.07	8.3	192.0	8.3	288.0
IX	9.0	0.7	Жгутиконосцы погибают					

Таким образом, размножение морского бесцветного жгутиконосца *B. marina* на минеральной среде происходит при активной реакции среды от 6.4 до 8.5. В этом отношении он сходен с другими морскими организмами.

Для определения влияния кислородного режима *B. marina* помещались в условия кислородной недостаточности на срок от 5 до 30 дней. В одной серии опытов содержание кислорода в среде в среднем было 0.41 мг/л, в другой — 3.4 и в контроле 7.9 мг/л. В первом случае автоклавированная среда кипятилась 30 мин., затем быстро охлаждалась и через сифон разливалась в колбы на 100 мл с хорошо притертыми пробками, куда предварительно был сделан засев жгутиконосцев. Во втором случае среда сразу же после автоклавирования быстро охлаждалась и все манипуляции повторялись в том же порядке.

Таким образом, удаление растворенного в среде кислорода производилось либо длительным кипячением, либо автоклавированием без добавления редуцирующих веществ. Для контроля культура помещалась в колбы Виноградского, закрытые ватными пробками. Все процедуры, связанные с засевом культуры и взятием проб для подсчета, производились в стерильных условиях. Посуда и среды стерилизовались. Контрольные и опытные колбы стояли в термостатах при температуре 20°. Через каждые 5 дней из числа опытных колб отбиралось 8 колб, 3 из них шли для определения кислорода, из 5 колб бралось по 20 мл суспензии для про-

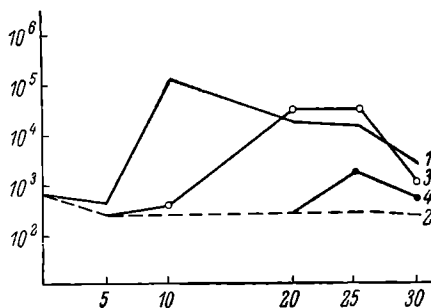


Рис. 1. Рост культуры *B. marina*, различное время находящейся в среде с содержанием 3.4 мг/л кислорода.

1 — контроль; 2 — после однодневного инкубирования; 3 — после 5-дневного инкубирования; 4 — после 20-дневного инкубирования. По оси ординат — число угитокосцев в 1 мл среды (масштаб логарифмический); по оси абсцисс — дни культивирования.

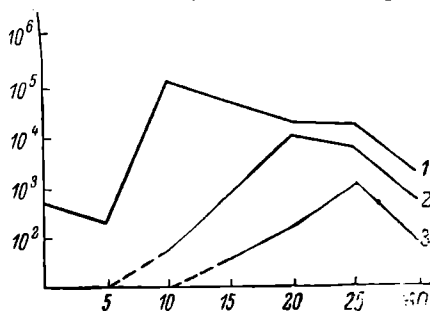


Рис. 2. Рост культуры *B. marina*, различное время находящейся в среде с содержанием 0.41 мг/л кислорода.

1 — контроль; 2 — после 5-дневного инкубирования; 3 — после 10-дневного инкубирования. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

смотра и подсчета под микроскопом, а колбы оставались для дальнейшего культивирования уже в условиях, приближающихся к контролю; численность *B. marina* в них подсчитывалась регулярно. Так как в опытных колбах среда полностью заполняла сосуд и не представлялось возможным взболтать суспензию, приходилось сначала брать сверху пипеткой 10 мл и после тщательного взбалтывания еще 10 мл. Поскольку клетки и цисты находились на дне и стенках колбы, первая проба оказывалась пустой; под микроскопом просматривалась вторая проба; при подсчете конечных результатов производился пересчет на полный объем.

В той серии опытов, где содержание кислорода в среде было в 2 раза меньше, чем в контроле, т. е. в среднем 3.4 мг/л, *B. marina* выживали длительное время, сохраняя подвижность, но не размножаясь. После того как колбы открывались, в каждой из них начиналось размножение *B. marina*, хотя максимум чи-

сленности и не достигал контрольного и был тем ниже, чем дольше культура находилась в условиях пониженного содержания кислорода в среде (рис. 1). В серии опытов с резкой кислородной недостаточностью, т. е. с содержанием кислорода в среднем 0.41 мг/л, подвижные клетки не обнаружены, жгутиконосоцы образовывали цисты. Жизнеспособность цист зависит от того, как долго поддерживались анаэробные условия. Об этом свидетельствуют кривые роста культуры, различное время находившейся в условиях кислородного голодания — от 5 до 30 дней (рис. 2). Чем меньше *B. marina* находились в условиях, близких к анаэробным, тем интенсивнее они размножались. После 30-дневного культивирования в анаэробных условиях цисты оказывались нежизнеспособными.

Таким образом, хотя жгутиконосец и может некоторое время (до 25 дней) переживать условия кислородного голодания, он прекращает размножение, инцистируется и затем погибает.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Г о р я ч е в а Н. В. 1969а. Рост бесцветных жгутиконосцев на минеральной синтетической среде со следами органического вещества. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 19 (22).
- Г о р я ч е в а Н. В. 1969б. Влияние некоторых факторов среды на размножение *B. marina*. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 19 (22).
- К а м и л о в М. М. 1967. Развитие бесцветных жгутиконосцев *Bodo marina* на синтетической минеральной среде. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 14 (17).

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. П. Семерной

#### ЗИМОВКА ВОДНЫХ ОЛИГОХЕТ В ПРОМЕРЗАЮЩЕМ ГРУНТЕ

О способности водных олигохет к зимовке в промерзающем грунте и их отношении к низким температурам в специальной литературе очень мало сведений. Находки оживших червей из оттаявшего грунта отмечены в работах С. А. Зернова (1928), П. П. Шарминой (1929), Н. В. Болдыревой (1930) и В. Н. Грезе (1947). Однако в этих работах не указаны ни видовая принадлежность червей, ни состояние их в анабиозе. При изучении продукции олигохет того или иного водоема необходимо учитывать влияние низких температур на жизненные циклы червей и продолжительность их анабиотического состояния.

Зимовка малошетинковых червей в промерзающем грунте изучалась на озерах Ивано-Арахлейской группы (Читинская обл.). Как и большинство озер Сибири, указанные озера находятся в течение 6—7 месяцев подо льдом. При незначительной глубине (в среднем 3.5 м) большая площадь озер подвергается промерзанию до дна. Почти бесснежный ледяной покров имеет толщину 1.4—1.8 м. Фауна олигохет прибрежья представлена пятью семействами. Наиболее массовыми видами являются: *Stylaria fossularis*, *Nais variabilis*, *N. pseudobutusa*, *N. barbata*, *Uncinaxis uncinata*, *Chaetogaster diaphanus*, *Tubifex tubifex*, *Rhyacodrilus coccineus*, *Rhyacodrilus* sp. и *Lumbriculus variegatus*.

В прибрежье озер на глубине 0.5—0.6 м от поверхности льда топором и пешней вырубался мерзлый грунт и переносился в утепленное место. Толщина вырубленного грунта обычно не превышала 10 см. Температура льда и грунта измерялась спиртовым термометром. Грунт оттаивался в аквариумах при комнатной температуре 16—18°. Оттаявший грунт небольшими порциями просматривался под биноклем. Отбирались коконы и черви в состоянии анабиоза. Коконы помещались в садки для развития, а за оживающими червями велись постоянные наблюдения. Часть мерзлых кусков грунта разламывалась для нахождения и определения первоначального состояния червей в анабиозе.

В работах указанных авторов была установлена способность олигохет переносить промерзание грунта от  $-1$  до  $-20^{\circ}$ . Нами зафиксированы отрицательные температуры грунта (от  $-2$  до  $-11^{\circ}$ ), после действия которых черви благополучно оживали.

Черви семейств *Aeolosomatidae* и *Naididae* во взрослом состоянии не зимуют в грунте. К моменту промерзания водоема они откладывают коконы и отмирают. В связи с этим половозрелые черви *Naididae* всех видов встречались только в осенних пробах (в сентябре—ноябре). При оттаивании грунта была обнаружена масса разнообразных по величине и окраске коконов. При содержании их в садках на 10—12-й день появились следующие виды: *Nais simplex* (кокон размером  $400 \times 300$  мк, матовый, в слизи), *N. pseudobutusa* (кокон  $400 \times 300$  мк, матовый, в слизи), *N. communis* (кокон  $250 \times 300$  мк, коричневый, без слизи) и *Chaetogaster diastrophus* (кокон  $265 \times 200$  мк, матовый, без слизи). Остальные коконы погибли. На 12-й день после оттаивания грунта в садке, в котором содержалась одна энхитреида, была обнаружена *Aeolosoma hemprichi*, развившаяся, по-видимому, из кокона, попавшего в садок вместе с грунтом. На 21-й день после оттаивания грунта в аквариуме были найдены *Stylaria fossularis* и *Chaetogaster diaphanus*. *Ae. hemprichi* и *Ch. diastrophus*, отсаженные в отдельные садки по одной особи, за 12 дней дали путем паратомии соответственно 34 и 3 особи.

Черви семейств *Tubificidae* и *Lumbriculidae* (*Rhyacodrilus coccineus*, *Rhyacodrilus* sp., *Tubifex tubifex*, *Lumbriculus variega-*

tus) зимуют в грунте во взрослом состоянии. К моменту замерзания грунта они свиваются в плотный клубок и обволакиваются слизью, которая застывает в тонкую, прозрачную оболочку, образуя капсулу. Капсула с червем не промерзает и свободно вынимается из полости в мерзлом грунте. Внутри капсулы червь остается мягким, упругим.

Сразу после оттаивания грунта при наблюдении под биноклем не заметно никакого движения органов червя. По мере прогревания талой воды червь постепенно оживает, начинает сокращаться его спинной кровеносный сосуд, затем мускулатура переднего конца тела, и к исходу 2-х суток после оттаивания червь становится полностью подвижным. Вскоре он разрывает оболочку капсулы и выходит наружу. При медленном прогревании ожившие черви выходят из капсулы неповрежденными и живут долго в аквариуме. У червей, сразу же помещенных в воду при комнатной температуре, этот процесс идет быстрее. Уже через два часа после оттаивания червь выходит наружу, но со значительными повреждениями тела. Вскоре он погибает. Такая же картина наблюдается и у червей сем. *Enchytraeidae* с той лишь разницей, что они зимуют в обычном состоянии, лишь несколько сокращаясь в размерах. Найденные в куске мерзлого грунта, они были такими же мягкими, упругими и легко вынимались из грунта. При перенесении их в воду с комнатной температурой у них уже через 10 мин. начинает сокращаться передний конец.

Таким образом, проведенные наблюдения показали определенную приспособленность водных *Oligochaeta* к зимовке в мерзлом грунте.

Особый интерес при изучении анабиоза представляет физиологическое состояние организма. В нашем примере черви, находясь в мерзлом грунте при температуре до  $-11^{\circ}$ , не промерзли до твердого состояния и оболочка капсулы не примерзала к частицам грунта. По данным Рэ (Reu, 1962), кристаллы льда образуются в клетках при медленном замораживании организмов при температуре ниже  $20^{\circ}$ .

Разрушение тканей и гибель червей при быстром переходе от анабиоза к активному состоянию происходят, по мнению Н. С. Строганова (1956), вследствие нарушения обмена веществ. Данные его опытов с гамбузией указывают на возникновение необратимых нарушений обмена при резком переходе от холода к теплу. В этом процессе основным регулирующим фактором является время.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Б о л д ы р е в а Н. В. 1930. Перезимовка водных организмов во льду. Русск. гидробиол. журн., IX, 1—3.  
Г р е з е В. Н. 1947. Анабиоз зообентоса Таймырского озера. Зоол. журн., XXVI, 1.

- З е р н о в С. А. 1928. О зимовке водных организмов во льду и мерзлой земле, по материалам Н. В. Болдыревой, Н. П. Шарпиной и Ю. Д. Шмелевой. О «Пагоно» — новый термин. Русск. гидробиол. журн., VII, 1—2.
- Р э Л. (Reu L.). 1962. Консервация жизни холодом. (Перевод с французского). Изд. «Медицина», М.
- С т р о г а н о в Н. С. 1956. Физиологическая приспособленность рыб к температуре среды. Изд. АН СССР, М.
- Ш а р п и н а П. П. 1929. Зимовка водных организмов в грунте промерзших бассейнов подо льдом без воды и в грунте высохших бассейнов под снегом без льда и воды. Русск. гидробиол. журн., VIII, 8—9.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

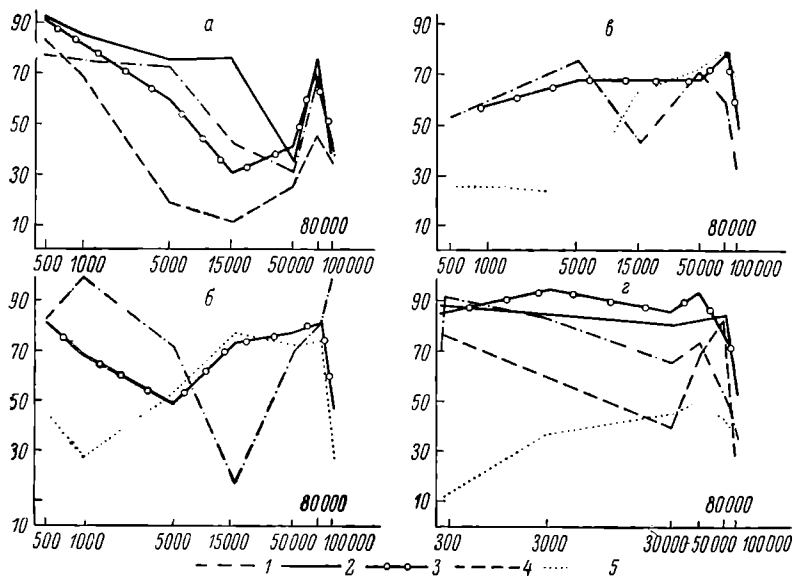
В. П. Л у ф е р о в

### ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСВЕЩЕННОСТИ НА ФОТОРЕАКЦИЮ НЕКОТОРЫХ РАКООБРАЗНЫХ

Основные факторы, определяющие фотореакцию, — свет и температура. Для выяснения влияния этих показателей на фотореакцию водных беспозвоночных мы выполнили ряд наблюдений над личинками *Chironomidae* (Луферов, 1966). В настоящем сообщении приводятся результаты опытов с планктонными ракообразными. Метод постановки эксперимента описан нами в упомянутой работе. Опыты ставились с взрослыми *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris* и *Mesocyclops leuckarti*, взрослыми и науплиями второй возрастной стадии.

Фотореакция измерялась в пределах освещенности от 300 до 100 000 лк при температуре 5, 10, 15, 20 и 25°. Как видно из рисунка, фотореакция наиболее сильно выражена при температуре 15°. Выше и ниже этой величины уровень фотореакции во всем диапазоне освещенности понижается. Интересно, что кривые при температуре 5 и 20° носят явно двувершинный характер. Часть науплиев концентрируется при освещенности 300 лк, а часть — при освещенности 50 000—80 000 лк. Это свидетельствует о том, что одна и та же популяция имеет две группы рачков с различным световым преферендумом. То же обнаружено в опытах с личинками *Endochironomus albipennis* (Луферов, 1966). У последних при определенном сочетании освещенности и температуры личинки одного возраста явно разбивались на две группы, одна из которых предпочитала более низкую освещенность, а другая — более высокую. В опытах, когда освещенность не меняется, а животные разделяются на две группы с различным световым преферендумом, фотореакция организмов обычно характеризуется

как положительный и отрицательный фототаксис. Наблюдениями М. М. Кампилова (1958) с науплиями *Balanus balanoides* одного возраста было установлено, что животные на прямом солнечном свете разделяются на группу с положительным и группу с отрицательным фототаксисом. В данном случае разделение науплиев на две группы, очевидно, определялось интенсивностью освещения. Это подтверждается тем, что при наведении на фотоположитель-



Интенсивность фотореакции ракообразных при различной освещенности и температуре.

*a* — *Daphnia longispina*; *б* — *Bosmina longirostris*; *в* — взрослые *Mesocyclops leuckarti*; *г* — науплии второго возраста *M. leuckarti*. 1 — при 1—5°; 2 — 2—10°; 3 — 3—15°; 4 — 4—20°; 5 — при 5—25.5°.  
По оси ординат — интенсивность фотореакции, %; по оси абсцисс — максимальная освещенность, лк.

ных науплиев луча света с помощью линзы они сразу же уходили прочь от луча, проявляя отрицательную фотореакцию. При рассеянном ослабленном свете все науплии приобретали положительную фотореакцию. Поэтому в море при ярком солнечном свете науплии держатся на большей глубине, чем при рассеянном в пасмурную погоду.

В наших опытах с планктонными ракообразными внешним фактором, разделяющим их на две группы с различным фотопреферендумом, является температура. Особенно четко два постоянных максимума фотореакции проявляются у *Daphnia longispina* при освещенности около 80 000 лк. В отличие от других подопытных гидробионтов у *D. longispina* изменение температуры среды

от 5 до 20° не вызывало смещения предпочитаемой освещенности. Воздействие температуры проявлялось лишь в изменении интенсивности фотореакции. Чем выше была температура, тем глубже был провал кривой между двумя вершинами. Опыты с *Bosmina longirostris* и *Mesocyclops leuckarti* (см. рисунок) также свидетельствуют о том, что изменение освещенности и температуры оказывает существенное влияние на фотореакцию животных.

До сих пор не всегда удается объяснить различную фотореакцию на одну и ту же освещенность у особей одного вида и даже возраста. Возможно, что различие светового преферендума внутри одной популяции связано с различным физиологическим состоянием животных. Мы замечали, что голодные *D. longispina*, *Bosmina coregoni*, *B. longirostris*, *Simocephalus vetulus* становятся более светолюбивыми, чем накормленные. То же наблюдалось в опытах с *Daphnia magna* (Лобашев и Иванова, 1947). Голодные особи поднимаются в верхние горизонты, а сытые остаются на большей глубине. Нередко фотореакция бывает различна у особей разных полов (Tash a. Armitage, 1960; Ghidalia a. Bourgois, 1961) или меняется у половозрелых форм в период размножения, а также при вынашивании яиц и т. д.

Большую роль играет также температурная адаптация животного. Так, при 2—8° *D. magna* предпочитает свет, а при 26—30° — темноту. Однако адаптированная к низкой температуре *D. magna* приобретает положительную фотореакцию даже при более высокой температуре. И, наоборот, при адаптации к высокой температуре возникает явно отрицательная фотореакция при относительно низкой температуре (Лобашев и Иванова, 1947). При высокой температуре и длительном непрерывном освещении дафнии проявляют оборонительную реакцию — уходят в более глубокие слои с более низкой освещенностью и температурой.

## ЛИТЕРАТУРА

- К а м ш и л о в М. М. 1958. Материалы по биологии личинок усоногих ракообразных Восточного Мурмана. Тр. Мурманск. биол. ст., 4.
- Л о б а ш е в М. Е. и П. Г. И в а н о в а. 1947. Некоторые закономерности онтогенетической адаптации. ДАН СССР, 58, 1.
- Л у ф е р о в В. П. 1966. Влияние освещенности и температуры на фотореакцию личинок *Cricotopus ex. gr. silvestris*, *Corynoneura* sp. и *Endochironomus albipennis*. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 12 (15).
- G h i d a l i a W. and F. B o u r g o i s. 1961. Influence de la temperature et de l'eclairement sur la distribution des crevettes des moyennes et grandes profondeurs. Etudes et rev. Conseil gén pêches Mediterr., 16.
- T a s h J. and K. A r m i t a g e. 1960. A reasonal survey of the vertical movements of some zooplanktes in Leaven worth Country State Lake, Kansas. Univ. Kansas. Sci. Bull., 41.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ПИТАНИИ *BRYOSAMPTUS MINUTUS* (CLAUS) (*COPEPODA, HARPACTICOIDA*)

К настоящему времени накоплен материал по питанию морских планктонных веслоногих ракообразных. Питание многих пресноводных *Copepoda* изучено еще недостаточно, а некоторых вообще не исследовалось. К последним относятся виды подотряда *Harpacticoida*, широко распространенные в различных водоемах, от пересыхающих луж до крупных озер. Все сведения о питании пресноводных гарпактицид сводятся к указаниям на их всеядность (Lang, 1948; Dussart, 1967).

Мы выясняли способности гарпактицид потреблять и усваивать различные виды пищи. В качестве объекта исследования был взят *Bryosamptus minutus*, часто встречающийся в небольших водоемах осушной зоны Рыбинского водохранилища. *B. minutus* — мелкая ползающая форма, ведущая придонный образ жизни. Рачки довольно активны. Передвигаются они опираясь щетинками торакальных ног о частицы грунта. Тело *B. minutus* способно изгибаться в разных плоскостях, что значительно облегчает движение рачков среди растительных остатков и иловых частиц. Могут они быстро перемещаться и в толще воды, при этом их тело способно вращаться вокруг продольной оси. Но это не основной тип движения *B. minutus*.

Жизнь взрослых гарпактицид, их питание, размножение и рост тесно связаны с грунтом. Науплии этих животных в отличие от таковых *Calanoida* и большинства *Cyclopoida* также ведут ползающий образ жизни.

В опытах, выясняющих способность *B. minutus* усваивать различные виды корма, нами был использован радиоуглеродный метод, разработанный Ю. И. Сорокиным (1966). Рачков, отловленных в водоеме и предварительно адаптированных к условиям опыта, рассаживали в небольшие аквариумы и предлагали различные виды корма, меченного радиоизотопом углерода  $C^{14}$ . Через 3—4 часа животных отмывали и переносили в сосуды, содержащие неактивный корм для освобождения их кишечника от остатков пищи. Далее рачков фиксировали, изготавливали препарат и под счетчиком определяли его радиоактивность. Величину  $Ca$  без поправки на потери  $C^{14}$  за счет дыхания мы рассчитывали по формуле

$$Ca = \frac{Cr \cdot R \cdot 24}{t} \gamma C,$$

где  $Cr$  — удельная активность корма,  $R$  — радиоактивность одного рачка,  $t$  — время опыта (в часах),  $\gamma$  — микрограмм углерода.

Об интенсивности питания мы судили по индексу усвоения  $Ca/C$  — отношению величины усвоения ( $Ca$ ) к содержанию углерода в теле животного ( $C$ ). Последнее определялось методом мокрого сжигания, модифицированным А. П. Остапеней (1965).

Прежде всего мы поставили опыт, имеющий своей целью выяснить, может ли *B. minutus* — придонная форма — использовать корм (водоросли), находящийся во взвешенном состоянии. Для этого в три сосуда емкостью по 50 см<sup>3</sup> было посажено примерно по 50 особей *B. minutus*. В качестве корма им была предложена хлорелла, причем во всех сосудах ее концентрация была одинаковой (около 8 г/м<sup>3</sup> в пересчете на биомассу). В первых двух сосудах водоросли находились во взвешенном состоянии, в третьем — в осаж-денном. Результаты опытов представлены ниже.

№ сосуда	Условия опыта	Число животных	Число повтор-ностей	СагС, сутки/экз.	Са/С, %
1	Хлорелла во взвешенном состоянии, без детрита . . . . .	45	4	0.14	15.5
2	Хлорелла во взвешенном состоянии, с детритом на дне . . . .	35	3	0.08	8.8
3	Хлорелла в осадке с детритом . . . . .	47	4	0.14	15.5

Как следует из приведенных данных, в первом сосуде отсутствие субстрата заставляло животных активно перемещаться по аквариуму в поисках убежища. Сравнительно высокие индексы (15.5%) свидетельствуют о том, что рачки, несмотря на необычные условия, оказались способными захватывать клетки, находящиеся во взвешенном состоянии. Во втором сосуде, где условия опыта приближались к естественным, животные сконцентрировались в слое грунта, а так как основная масса хлореллы находилась в толще воды, то и индексы усвоения у *B. minutus* оказались низкими. Наконец, в третьем сосуде животные могли использовать водоросли, находящиеся в осадке, и индекс усвоения у них снова возрос.

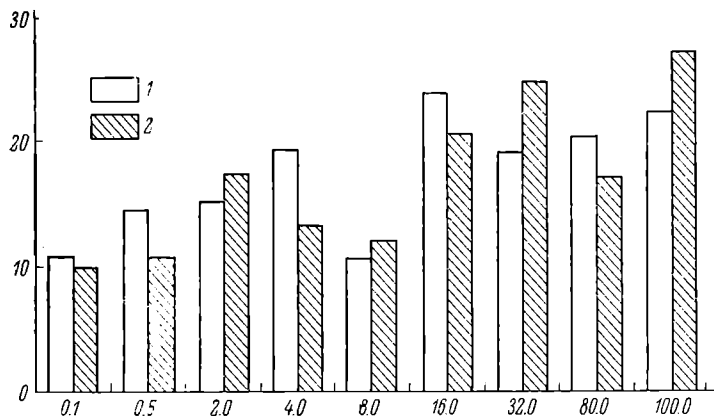
В следующей серии экспериментов, выясняющих, какой из видов корма усваивается лучше, рачкам предлагалась в избытке пища, находящаяся в осадке с примесью естественного субстрата. Результаты экспериментов приведены ниже.

Вид корма	Число повтор-ностей	Число животных	СагС, сутки/экз.	Са/С, %
Anabaena . . . . .	4	37	0.118 ± 0.01	13.1
Diatoma . . . . .	4	40	0.147 ± 0.03	16.3
Microcystis . . . . .	4	36	0.099 ± 0.01	11.0
Asterionella . . . . .	4	39	0.199 ± 0.01	22.1
Ankistrodesmus . . . . .	4	37	0.084 ± 0.02	9.3
Scenedesmus . . . . .	4	34	0.180 ± 0.03	20.0
Staurostrum . . . . .	4	31	0.045 ± 0.004	5.0
Детрит (фитогенный)	6	58	0.068 ± 0.01	7.5
Детрит (естественный)	4	39	0.102 ± 0.01	11.3
Детрит (зоогенный) . .	3	67	0.036 ± 0.01	4.0
Группы кладоцер . . . .	3	36	0.128 ± 0.05	14.2

Из 11 видов предложенных кормов рачками потреблялись все без исключения. При кормлении *B. minutus* различными водорослями лучше всего использовались *Asterionella* и *Scenedesmus*.

В этих опытах индекс усвоения был достаточно высоким. Хуже всего использовалась *Staurastrum*. В контрольных опытах мы предлагали этот вид корма фильтраторам *Simocephalus vetulus*, заведомо питающимся водорослями, но и у них индекс усвоения оказался не намного выше (7% против 5). Очевидно, *Staurastrum* вообще плохо усваивается ракообразными.

*B. minutus* потребляет и детрит. Последний был различного происхождения: фитогенный (из разложившихся клеток водо-



Влияние концентрации корма на индекс усвоения.

1 — *Asterionella*; 2 — *Scenedesmus*. По оси ординат — индекс усвоения Ca/C, %; по оси абсцисс — биомасса водорослей, мг/л.

рослей), зоогенный, приготовленный из мелких ракообразных, и естественный, собранный со дна водоема, простерилизованный и затем зараженный бактериями. Все три типа детрита потреблялись и усваивались ракообразными, причем хуже, как ни странно, использовался зоогенный детрит. Возможно, это связано с тем, что размеры частиц корма, приготовленного путем растирания в ступке ракообразных, были очень мелкими. При питании трупами кладоцер индекс усвоения оказался достаточно высоким.

Для выяснения связи интенсивности питания *B. minutus* с концентрацией пищевых частиц были поставлены опыты, где рачкам предлагались два вида водорослей — *Asterionella* и *Scenedesmus* (см. рисунок). Их биомасса в опытных сосудах колебалась от 0.1 до 100 мг/л, т. е. концентрация корма в первом сосуде была в 1000 раз меньше, чем в последнем. Результаты опытов представлены на рисунке, где величины индексов усвоения, изображенные столбцами, представляют собой средние из трех повторностей.

По аналогии с рачками-фильтраторами, у которых намечается четкая зависимость между концентрацией корма и индексом усвоения (Монаков и Сорокин, 1961), можно было бы ожидать подобную связь и у *B. minutus*. Однако этого не наблюдается. При увеличении концентрации корма в 1000 раз индекс усвоения возрастает лишь в 2—3 раза. Тем не менее намечается некоторая стабилизация индекса усвоения при концентрациях корма 2—8 мг/л.

Таким образом, по характеру питания *B. minutus* следует отнести к активным собирателям. Его пищу в естественных условиях составляют, очевидно, различные донные водоросли, органические остатки животных, бактериальный детрит и, вероятно, простейшие. Границы оптимальных концентраций пищевых частиц у этого вида лежат, видимо, ниже предложенных в эксперименте, так как индекс усвоения при биомассе водорослей 0.1 мг/л остается все же достаточно высоким.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Монаков А. В. и Ю. И. Сорокин. 1961. Количественные данные о питании дафний. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 4 (7).  
Остапеня А. П. 1965. Полнота окисления органического вещества водных беспозвоночных методом бихроматного окисления. ДАН БССР, 9, 4.  
Сорокин Ю. И. 1966. О применении радиоактивного углерода для изучения пищевых связей водных животных. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 12 (15).  
Dussart B. 1967. Les copepodes des eaux continentales, t. 1. Paris.  
Lang K. 1948. Monographie der Harpacticiden. Stockholm.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Ф. Д. Мордухай-Болтовской  
и З. Н. Чиркова

#### О РАСПРОСТРАНЕНИИ БАЙКАЛЬСКОГО БОКОПЛАВА *GMELINOIDES FASCIATUS* (STEBBING) В ГОРЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

В Горьковском водохранилище в октябре 1969 г. нами обнаружен в больших количествах бокоплав, оказавшийся байкальской гаммаридой *Gmelinoides fasciatus*. Как известно, большие партии бокоплавов этого вида вместе с другой байкальской «соровой» гаммаридой — *Micruropus possolskii* были выпущены в озерную часть данного водоема (в районе г. Юрьевца и в устье р. Троицы,

ниже г. Чкаловска) ГосНИОРХ и ЦПАС в 1962—1965 гг. с целью акклиматизации. Оба вида, но преимущественно первый, были обнаружены в 1964 и 1965 гг. поблизости от места выпуска, в радиусе около 10 км (Иоффе, 1968).

Наши находжения свидетельствуют о том, что *G. fasciatus* не только прочно прижился, но и широко распространился по Горьковскому водохранилищу. Бокоплав был найден сначала в устье р. Санохты (около г. Чкаловска), близ берегов в сборах скребка и трала Сигсби. Чтобы выяснить его распространение, мы произвели ловы этими орудиями в разных местах водохранилища выше по течению.

Место лова	Расстояние от истока Волги, км	Число	Длина рачков, мм
Выше г. Ярославля . . . . .	900	0	—
Выше старого устья р. Костромы . . . . .	990	0	—
Плес (пристань) . . . . .	1055	1	4.5
Залив выше р. Ренны . . . . .	1145	9	2.5—9
Низовье р. Немды . . . . .	≈1180	12	4.0—8.5
Юрьево (пристань) . . . . .	1184	11	4.0—9.5
Устье р. Ширмокши . . . . .	≈1233	40	3.0—9.0
Устье р. Шохны, впадающей в р. Ячменку . . . . .	≈1237	100	2.5—8.5
Устье р. Санохты около г. Чкаловска . . . . .	1253	130	3.5—10

Примечание. Эти сборы не были количественными, но производились они одним орудием и в одно и то же время, так что могут дать представление об относительном количестве бокоплава.

Из приведенных данных видно, что *G. fasciatus* заселил не только всю озерную часть Горьковского водохранилища вдоль правого и левого берега, но распространился вверх по течению по речной части, достигнув района Плеса, расположенного в 130 км выше места его вселения. В пределах этой области распространения количество бокоплава вверх по течению убывает, и выше Плёса он уже не найден, хотя единичные экземпляры, возможно, могут здесь и встречаться. Еще более вероятно его распространение ниже г. Чкаловска.

В нижних участках озерной части Горьковского водохранилища *G. fasciatus* стал несомненно массовой формой, но обитает только в прибрежной зоне. Во время сборов 12—14 октября при температуре воды 6—8° основным местообитанием бокоплава были лежащие у самого уреза воды или расположенные не глубже 0.5—1 м стволы и ветки деревьев, деревянные сваи и настилы пристаней, обычно покрытые ковром зеленых водорослей (главным образом *Cladophora glomerata*). В озерной части водохранилища он найден также в уловах трала Сигсби на песчаном грунте у берегов на глубине 1.5—2 м. На большей глубине бокоплав почти не

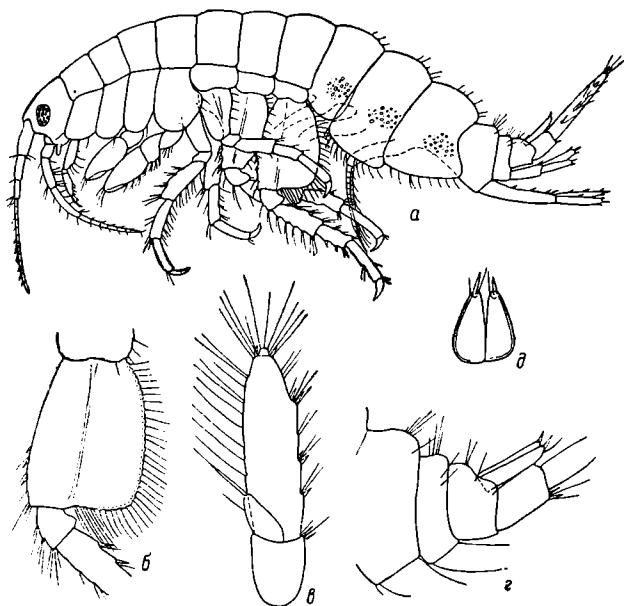
встречается: найдены только единичные экземпляры в трех (из тридцати) сборах дночерпателя в районе г. Пучежа на глубине 7—14 м в октябре 1969 г.

Чрезвычайно интересно, что *G. fasciatus* в настоящее время, по всей видимости, единственный вид бокоплава, обитающий в Горьковском водохранилище. Ни в одной пробе не было найдено ни одного экземпляра других видов бокоплавов, в том числе и второго байкальского вселенца — *Micrurus possolskii*. Между тем в Горьковском водохранилище ранее встречались некоторые виды каспийских амфипод. Так, в 1960 г. в устье р. Мича (ниже г. Пучеж) был обнаружен *Dikerogammarus haemobaphes*, а в 1961 и 1963 гг. в районе Юрьевца и Чкаловска — *Pontogammarus obesus*. Создается впечатление, что байкальский *G. fasciatus* вытеснил (по крайней мере из биоценозов обрастаний) каспийские виды, несмотря на то что последние сами очень жизнеспособны и вытесняют пресноводные виды гаммарид (Мордухай-Болтовской, 1960). Высокая жизнеспособность *G. fasciatus* видна и по его широкому распространению по р. Енисею, где он встречается вплоть до дельты (Кожов, 1962), и по его массовому развитию в сооруженном на Ангаре Иркутском водохранилище (Голышкина, 1969).

В настоящее время *G. fasciatus* — единственный байкальский вид беспозвоночных в Европе, поэтому целесообразно дать описание характерных признаков, по которым его можно отличить от пресноводных европейских и каспийских видов (см. рисунок). Приводим также рисунок общего вида бокоплава, отсутствующий в определителе байкальских амфипод А. Я. Базикаловой (1945).

На первый взгляд *G. fasciatus* напоминает каспийского *Chaetogammarus warpachowskyi* (G. Sars). Сходство выражается в общем габитусе и размерах, а также в сильно развитых уropодах III пары и окраске живых рачков (наличие оранжевых пятен на боковых сторонах сегментов). *Ch. warpachowskyi* в виде случайной примеси был обнаружен в партии каспийских мизид, выпущенных в июле 1969 г. в Рыбинское водохранилище, и легко может распространиться по водохранилищам Волги. Более слабое вооружение антенн II, иная форма базиподита pereopoda V пары (наибольшая ширина в дистальной части), отсутствие шипов на внутреннем крае экзоподита уropoda III пары и шипов на сегментах урoзома (см. рисунок) позволяют легко отличить *G. fasciatus*. От всех гаммарид каспийского и пресноводного происхождения этот вид отличается наличием щетинок (волосков) на дорсальной стороне сегментов метазома и наличием на их боковых сторонах (под эпимеральными пластинками) скоплений капелек оранжевого жироподобного вещества. Эти капельки и образуют оранжевые пятна на боковых сторонах сегментов. В отличие от них пятна *C. warpachowskyi* представляют собой пигментацию покровов и расположены на сегментах мезозома.

При сравнении найденных нами экземпляров с описаниями *G. fasciatus* из Байкала у А. Я. Базикаловой (1945) оказалось, что наши имеют несколько меньшие размеры — длина (без антенн I) у самцов до 10—11 мм, у самок до 8—8.5 мм, в то время как в Байкале их длина у самцов и самок 9—15 мм. Другое отличие заключается в несколько большем числе члеников жгута антенн I и II пары (14 и 5—7 члеников против 10—13 и 5—6



*Gmelinoides fasciatus* (Stebbing).

а — общий вид самца; б — переопод V пары; в — уропод III пары; г — сегменты урозома; д — тельсон.

соответственно у байкальских) и несколько более слабom вооружении тельсона. Едва ли этим отличиям следует придавать таксономическое значение, тем более что, по А. Я. Базикаловой, строение некоторых конечностей (гнатоподов, уроподов III) у *G. fasciatus* сильно варьирует.

Желательно повторить сборы бокоплавов в более широком объеме, чтобы уточнить область распространения и численность *G. fasciatus* в бассейне Волги.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Базикалова А. Я. 1945. Амфиподы озера Байкал. Тр. Байкальск. лимнол. ст., XI.  
Голышкина Р. А. 1969. Зообентос истокового участка р. Ангары и Иркутского водохранилища. В сб.: Биол. продуктивность водоемов Сибири, Изд. Сиб. отд. АН СССР, Новосибирск.

И о ф ф е Ц. И. 1968. Обзор выполненных работ по акклиматизации кормовых беспозвоночных для рыб в водохранилищах. Изв. ГосНИОРХ, 67.  
 Г о ж о в М. М. 1962. Биология озера Байкала. Изд. АН СССР, М.  
 М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1960. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. Изд. АН СССР, М.—Л.

Институт биологии  
 внутренних вод АН СССР

Б. А. В а й н ш т е й н и В. А. А л е к с е е в

**О НАХОЖДЕНИИ ВОДЯНОГО КЛЕЩА *PIONA PUSILLA* (NEUMAN) В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ (*TROMBIDIFORMES, HYGROBATIDAE*)**

В каталоге Фитса (Viets, 1956) *Piona rotunda* (Kramer, 1879) рассматривается как синоним *P. pusilla* (Neuman, 1875), в то же время *P. disparilis* (Koenike, 1895) и *P. rotundoides* (Thor, 1897) принимаются за самостоятельные виды. Однако Лундблад (Lundblad, 1962) считает последние два вида лишь формами *P. pusilla*. И. И. Соколов (1940) считает *P. rotunda*, *P. rotundoides* и *P. disparilis* самостоятельными видами и указывает на нахождение всех трех в Рыбинском водохранилище (Соколов, 1956). Мы также указывали *P. rotunda* для этого водоема, но рассматривали *P. rotundoides* как синоним *P. rotunda* (Вайнштейн, 1960).

По-видимому, синонимизация *P. pusilla* и *P. rotunda* не вызывает сомнения. Неясным остается вопрос о самостоятельности *P. rotundoides* и *P. disparilis*. Напомним, что эти 3 вида, по данным И. И. Соколова (1940), отчетливо различаются лишь по числу присосок на половых пластинках.

	<i>P. pusilla</i>	<i>P. rotundoides</i>	<i>P. disparilis</i>
Самка . . . . .	12—20	30—40	45—60
Самец . . . . .	12—20	30—40	48—60

Нам не удалось найти особей с числом присосок более 45, поэтому вопрос о *P. disparilis* пока остается открытым, но о соотношении *P. pusilla* и *P. rotundoides* легко можно судить по следующим данным. Было подсчитано число присосок на обеих половых пластинках 100 самок и 50 самцов. Клещи брались без всякого отбора из массовых сборов 1958—1961 гг. Оказалось, что по числу присосок половые пластинки распределяются следующим образом (см. таблицу).

Распределение половых пластинок по числу  
присосок на них

Число присосок	Число пластинок		Число присосок	Число пластинок	
	самка	самец		самка	самец
5—10	3	0	26—30	49	5
11—15	6	5	31—35	17	4
16—20	43	46	36—40	12	1
21—25	66	38	41—45	4	1

Среднее число сосков у самки (24) и у самца (21) оказывается в промежутке между величинами, указанными для *P. pusilla* и *P. rotundoides*. Количество особей с числом присосок, отличающимся от среднего, тем меньше, чем больше это отличие. И распределяется число присосок по законам случайностей.

Однако указанное среднее число присосок нельзя считать постоянным. Оно характеризует лишь определенные сборы.

Таким образом, можно считать доказанным, что *P. rotundoides* — синоним *P. pusilla* и не имеет никакого таксономического статуса. Нельзя ее считать и абберацией, так как существуют все переходы между *P. rotunda* и *P. rotundoides*; более того, промежуточные формы часто обычнее, чем типичные. Судя по нахождению особей с числом присосок более 40, можно полагать, что и *P. disparilis* является синонимом *P. pusilla*.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- В а й н ш т е й н Б. А. 1960. Водяные клещи Рыбинского водохранилища и прилегающих водоемов. Сообщ. 2. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР.
- С о к о л о в И. И. 1940. *Hydracarina*. Водяные клещи. Фауна СССР, Научно-образные, V, 2. М—Л.
- С о к о л о в И. И. 1956. Водяные клещи Рыбинского водохранилища. Тр. биол. ст. Борок, 2, Изд. АН СССР, М—Л.
- L u n d b l a d O. 1962. Die Hydracarinen Schwedens, 11, Arkiv zool., ser. 2, 14, 1.
- V i e t s K. 1956. Die Milben des Süßwassers und Meeres., 2—3, Fischer Verlag. Jena.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

**ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ АНТИТЕЛ У КАРПОВ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕРВАЛОВ ИНЪЕКЦИЙ**

Вопрос о динамике образования антител в организме млекопитающих подробно изучен П. Ф. Здродовским (1937) более 30 лет назад. Еще тогда были найдены дозировки корпускулярного и растворимого антигенов для инъекций обезьянам, мышам, морским свинкам и кроликам и установлены необходимые интервалы между инъекциями. Определено значение отдаленной ревакцинации и ее эффективность. Эти работы легли в основу дальнейших теоретических исследований и практических мероприятий в медицине, ветеринарии.

По иммунитету у рыб в литературе описываются разноречивые результаты ответных реакций, так как нет единого представления о необходимых условиях для его образования. Одни авторы указывают, например, что у карпа, леща и плотвы после трехкратной вакцинации с 5-дневным интервалом при температуре 16—20° титр агглютининов достигал 10 240 (Гончаров, 1962), другие, как Гильдеман (Hildemann, 1962), при 4-кратном инъекции цельной крови с 3—4-дневным интервалом при температуре 23° получали титр гемагглютининов, достигавший 2048. По данным В. И. Лукьяненко (1966), инъекции корпускулярного антигена с 3—4-дневным интервалом массивными дозами часто не давали никакого иммунологического ответа, т. е. либо отмечалась рефрактерность, либо титр агглютининов достигал лишь 320. В опытах Амбросиуса и Шэкера (Amdrosius a. Schäker, 1964) при 5-кратной иммунизации с 2-дневным интервалом титр гемагглютининов на 40-й день после первой инъекции достигал 80 000. Сайгл и Клем (Sigel a. Clem, 1965) получили на 30—40-й день после 5-кратной еженедельной прививки акулам вирусов также высокие титры антител — до 20 480. Б. Г. Аветикян (1959) и В. И. Тец (1964) вообще отрицали способность организма рыб продуцировать антитела. Таким образом, перед нами встала задача выяснить динамику накопления антител у рыб определенного вида и возраста в оптимальных для них условиях питания и температурного режима в зависимости от количества инъекций и продолжительности интервалов между ними.

Для исследований служили годовики-карпы весом от 11 до 28 г и двухлетки-карпы весом от 80 до 120 г. Опыты проводились с июня по ноябрь, температура воды в аквариумах поддерживалась в пределах 18—20°, но иногда снижалась на короткое время до 13—10°. Корм состоял из смеси пшенной каши с рыбным сырым фаршем (1 : 1). Кормили рыб ежедневно. Иммунизация производилась внутривенно инъекцией инактивированной бактериальной культурой *Aeromonas punctata* в виде стандартной суспензии (1,5 млрд/мл) по 0,1 мл годовикам и по 0,5 мл двухлеткам. В первой прививке и при ревакцинации стандартную суспензию разводили вдвое,

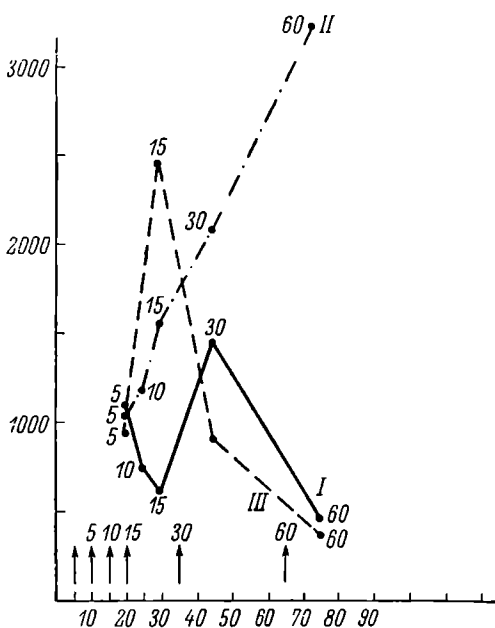
вторая прививка производилась без разведения. Было поставлено три серии опытов на годовиках и одна серия — на двухлетках. В первой серии опытов на годовиках интервал между первой и второй инъекциями был равен 5 дням, во второй серии 10 и в третьей серии — 20 дням. Четвертая серия на двухлетках проводилась только с 10-дневным интервалом между первичными инъекциями. Ревакцинация карпов производилась с интервалом в 5, 10, 15, 30 и 60 дней. В каждой серии опытов было по 60 экз. годовиков и 30 экз. двухлеток (IV серия). Кровь для получения сыворотки бралась из артерии и вены хвостового стебля через 10 дней после ревакцинации. Титр антител определялся реакцией агглютинации по Видалю, интенсивность агглютинации по Сергееву. Полученный материал был подвергнут статистической обработке.

Результаты исследований приведены в таблице и на графике, построенном по средней арифметической (см. рисунок). Уровни титров агглютининов определялись спустя 10 дней после ревакцинации. В первой серии опытов произведены три начальные прививки с 5-дневным интервалом, которые дали в среднем высокий титр антител —  $1102 \pm 221$ . В большинстве случаев титр достигал 1280 и в одном случае 320. Но при ревакцинации через 10 и 15 дней уровень накопления антител начал снижаться, ответная реакция стала менее проявляться, затормаживаясь, видимо, перегрузкой защитного механизма частыми первичными прививками с 5-дневными интервалами. Даже через месяц ревакцинация не дала такого большого эффекта, как во второй серии опытов с 10-дневным интервалом первичных прививок, когда титр антител достигал через месяц  $2080 \pm 524$ , а через 2 месяца  $3333 \pm 1275$ , превышая в отдельных случаях 10 000. Значительно более интенсивной была и реакция агглютинации ( $772 \pm 316$ ).

Образование агглютининов в зависимости от длительности интервалов ревакцинации

Серия опытов	Интервалы, дни		Титр агглютинации	Интенсивность агглютинации
	первичные инъекции	ревакцинация		
I	5	5	$1102 \pm 221$	$365 \pm 60$
		10	$773 \pm 177$	$182 \pm 45$
		15	$613 \pm 224$	$165 \pm 48$
		30	$1440 \pm 353$	$395 \pm 90$
		60	$480 \pm 92$	$153 \pm 25$
II	10	5	$1072 \pm 216$	$344 \pm 74$
		10	$1184 \pm 253$	$316 \pm 54$
		15	$1564 \pm 532$	$387 \pm 118$
		30	$2080 \pm 524$	$518 \pm 107$
		60	$3333 \pm 1275$	$772 \pm 316$
III	20	5	$944 \pm 234$	$231 \pm 54$
		15	$2496 \pm 490$	$623 \pm 117$
		30	$934 \pm 145$	$234 \pm 36$
		60	$380 \pm 144$	$106 \pm 39$
IV	10	15	$2631 \pm 980$	$623 \pm 216$
		75	$3626 \pm 380$	$1057 \pm 316$

Третья серия опытов с 20-дневным интервалом первичных прививок показала, что уровни накопления антител после ревакцинации спустя 5 дней после второй прививки в среднем ниже, чем в первой и второй сериях опытов, но интервал ревакцинации в 15 дней повысил эффективность иммунизации более чем вдвое (титр агглютинации  $2496 \pm 490$  с интенсивной агглютинацией).



Динамика накопления антител у годовиков карпа в I—III сериях опытов.

По оси ординат — титры антител; по оси абсцисс — дни. Стрелками указаны дни прививок. Цифры на кривых и стрелках — длительность интервалов ревакцинации (в днях).

Дальнейшее же удлинение интервала ревакцинации до 1 и 2 месяцев было менее эффективно ( $380 \pm 144$ ).

Сравнение результатов трех серий опытов убеждает в том, что при 10-дневном интервале первичных прививок наиболее эффективна отдаленная ревакцинация в интервале 1—2 месяцев. Она повышает уровень титра антител в 2—3 раза и усиливает интенсивность агглютинации.

Четвертая серия опытов на двухлетках карпа с 10-дневным интервалом первичных прививок показала, что двухлетки карпа, обладая более выраженной иммунологической реактивностью по сравнению с годовиками, дают исключительно высокую эффективность отдаленной ревакцинации через 75 дней после инъекции вдвое

уменьшенной дозой антигена. Титр антител в среднем составлял  $3626 \pm 380$ , а в большинстве случаев был равен 5120 с очень интенсивной хлопьевидной агглютинацией ( $1057 \pm 316$ ).

Анализируя результаты поставленных опытов, можно сделать заключение, что процесс накопления антител осуществляется лучше при 10-дневном интервале двукратных прививок, которые вполне обеспечивают эффективность ревакцинации уменьшенной дозой через 1 и 2 месяца после последней первичной прививки. Такой вывод согласуется с полученными нами ранее данными цитоморфологических исследований почек, в результате которых было установлено, что на иммунологическую перестройку организма для выработки специфических антител требуется определен-

ное время. Так, в лимфоидно-макрофагальной системе клеток почек карпа было отмечено на 10-й день после инъекции антигена увеличение количества клеток лимфоидного ряда на 44%, но на 40-й день после вакцинации относительное количество всех клеток пришло к норме (Микряков, 1968), т. е. за 40 дней после двукратной инъекции заканчивалась иммунологическая перестройка клеток почек — основного аппарата в механизме защиты организма от инфекции.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Аветикян Б. Г. 1959. Иммунологические реакции пойкилотермных животных. В кн.: Эксперим. и клинич. иммунология. Тр. Инст. эксперим. медицины АМН СССР, Л.
- Гончаров Г. Д. 1962. Иммунологическая реактивность у рыб. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, 12.
- Здродовский П. Ф. 1937. Фактор времени в динамике иммунитета и условия эффективности повторных прививок. Арх. биол. наук, 48, 1—2.
- Мукьяненко В. П. 1966. Об особенностях антителообразовательной функции рыб. Научн. докл. высш. школы, Биол. науки, 2.
- Микряков В. Р. 1968. Динамика клеточных реакций в лимфоидной ткани почек карпа. Тез. докл. 5-го Всесоюзн. совещ. по болезням рыб, изд. «Наука», М.—Л.
- Тец В. И. 1964. Некоторые особенности иммунологической реактивности рыб. ДАН СССР, 159, 1.
- Ambrosius H. a. W. Schäker. 1964. Beitrage zur immunologie poikilothermer wirbeltiere. Zool. Physiol., 71, 1.
- Hildemann W. H. 1962. Immunogenetic studies of poikilothermic animals. Amer. Naturalist, 96, 889.
- Sigel M. M. and L. M. Clem. 1965. Antibody response of Fish to viral antigens. Ann. N. Y. Ac. Sci., 126, 1.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. В. Кузьмина

#### ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА УРОВЕНЬ ГЛИКЕМИИ ПЛОТВЫ

В связи с усилившимся вниманием к электролову во внутренних водоемах значительный интерес представляет вопрос о последствии электрического тока на рыбу. В статье Л. М. Нусенбаума и Т. И. Фалеевой (1961) дана сводка работ, в которых описаны случаи травмирования рыбы электрическим током — переломы позвоночника, разрывы мышц тела, кровоизлияния и т. д. При использовании тока умеренной силы визуально ано-

малии не обнаруживаются (McMillan, 1928; Делов и Томашевский, 1933; Нусенбаум и Фалеева, 1961; Шентяков, 1964, и др.). Однако только проведение специальных физиологических, биохимических и гистологических исследований может дать ответ на вопрос, как электрический ток влияет на функционирование различных систем организма, а также позволит точнее определить допустимые дозы тока, применяемого при электротралении, что, помимо практического значения, представляет определенный теоретический интерес.

Подобного рода работ еще мало, и в них почти не затрагивается вопрос о последствии малых доз тока, обычно применяемых на практике для отлова и сортировки рыбы. Известно, что электрический ток не оказывает повреждающего действия на гонады (Riedel, 1954), но в то же время он влияет на интенсивность дыхания и красную кровь рыб, выполняющую дыхательную функцию (Бодрова и Краюхин, 1948, 1951, 1958; Краюхин и Смирнова, 1966). Исследователи отмечают, что при длительном (6-часовом и более) нахождении в электрическом поле небольшого напряжения увеличивается частота дыхания рыб и они погибают с признаками асфиксии, несмотря на высокое содержание кислорода в воде. Содержание гемоглобина при этом снижается, как и содержание и резистентность эритроцитов, которые деформируются и разрушаются. То же происходит и под влиянием электрического тока *in vitro* (Halsband, 1959a, 1959b). Кратковременное (в течение часа) пребывание рыб в электрическом поле, напротив, вызывает уменьшение частоты дыхания, а также небольшое увеличение содержания гемоглобина и эритроцитов (Краюхин и Смирнова, 1966).

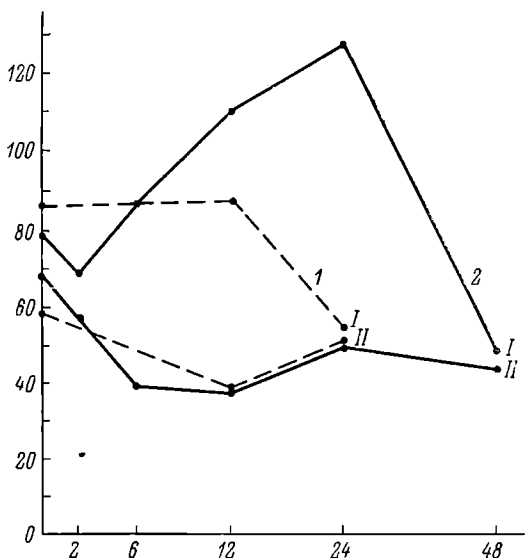
Несомненный интерес представляет изучение влияния электрического тока на тесно связанный с дыхательной функцией углеводный обмен рыб. В данной работе изучалось влияние электрического тока на уровне гликемии — показатель очень лабильный и чувствительный к различным неблагоприятным воздействиям.

Работа была выполнена в продолжение 1968—1969 гг. на 176 экз. плотвы (*Rutilus rutilus*) длиной 17—33 см и весом 30—529 г. До опыта рыбы в течение 10 дней содержались в аквариумах с проточной водой без пищи для устранения алиментарной гипергликемии. Температура воды в этих и опытных аквариумах была одинаковой —  $10 \pm 1^\circ$ . Использовалась напряженность поля 0.3 и 2.5 в/см тела рыбы при времени экспозиции соответственно 12 сек. и 5 мин. Кровь для анализа бралась из хвостовой артерии через различные интервалы времени после воздействия током. Сахар в крови определялся при помощи антронового реактива (Бабакин, 1964).

Результаты опытов показаны на рисунке. На протяжении всех опытов уровень гликемии контрольных рыб колебался

от 29.4 до 94.5 мг%, что соответствует ранее полученным нами данным (Кузьмина, 1970):  $52.7 \pm 4.3$  мг% с колебаниями от 21 до 91 мг%. При этом у 5 групп рыб (см. рисунок) средние арифметические величины гликемии соответствовали или были выше полученных ранее в норме, у 4 групп — ниже.

При изучении влияния электрического тока с напряженностью поля 0.3 в/см при экспозиции 12 сек. (параметры, применяемые при электротрании) выяснилось, что сразу после воздействия электротоком 78.2% опытных рыб имели гликемию в преде-



Влияние электрического тока на уровень гликемии плотвы

I — опыт, II — контроль. 1 — экспозиция 12 сек. при напряженности поля 0.3 в/см; 2 — экспозиция 5 мин. при 2.5 в/см; вертикальные линии — стандартная ошибка среднего.

По оси ординат — гликемия, мг%; по оси абсцисс — интервал времени между окончанием экспозиции рыб в электрическом поле и взятием крови.

лах нормы, но 21.8% рыб обнаруживали гипергликемию, за счет которой увеличивалась средняя арифметическая. Незначительная гипергликемия сохранялась у некоторых рыб еще через 12 час. после экспозиции. Через сутки уровень гликемии соответствовал норме. Отсутствие четко выраженного эффекта побудило нас использовать сублетальную дозу тока — напряженность поля 2.5 в/см при экспозиции 5 мин. В этих опытах у некоторых особей гипергликемия обнаруживалась через 6 (слабая), 12 и 24 часа после экспозиции. Статистически достоверные различия между опытом и контролем наблюдаются только в эти сроки (см. рисунок).

При суммировании полученных данных по группам с учетом только напряженности поля и времени экспозиции в нем рыб (см. таблицу) подтвердилась достоверность возникающей под действием электрического поля гипергликемии. Различие в уровне гликемии в пределах контрольных групп было недостоверным ( $P > 0.1$ ).

Влияние электрического тока на уровень гликемии плотвы

E	T	Уровень гликемии, мг%		t	P
		опытные рыбы	контрольные рыбы		
0.3 в/см	12 сек.	$76.2 \pm 10.6$ (45)	$49.9 \pm 5.8$ (43)	2.17	$> 0.02$
2.5 в/см	5 мин.	$87.2 \pm 11.9$ (44)	$49.6 \pm 4.8$ (44)	2.93	$> 0.04$

Примечание. E — напряженность электрического поля, T — время экспозиции рыбы в электрическом поле, t — критерий Стьюдента, P — вероятность. В скобках — количество исследованных рыб.

У некоторых рыб сразу после воздействия током с напряженностью поля 0.3 в/см в течение 12 сек. наблюдалась гипогликемия. Аналогичное явление описано у рыб, помещенных в слабое электромагнитное поле (Jitarin et Isac, 1967). По всей вероятности, эти значения (8.4—14 мг%) и соответствуют истинному содержанию сахара в крови плотвы, так как электронаркоз предотвращает возникновение стрессорного состояния у рыбы в момент взятия крови. Сразу же после выхода из наркоза у рыб наблюдаются гликемии в пределах нормы и выше.

Л. А. Балаев (1967) при воздействии электрическим током в течение 5 мин. не отметил изменений концентрации сахара в крови черноморской ставриды. Увеличение сахара (в 1.5—2 раза) наблюдалось при пороговой напряженности поля для анодной реакции и состояния наркоза только при 30-минутном и более воздействии электрическим током.

Анализируя полученные результаты, необходимо учитывать лабильность исследованного показателя, а также то, что в норме у рыб под влиянием смены температуры воды, изменения газового режима, обильного питания и т. д. может возникнуть столь же высокая гипергликемия. Следовательно, гипергликемию, возникающую под влиянием исследованных нами доз тока, можно считать несущественной.

Таким образом, при кратковременном (12 сек. и 5 мин.) нахождении плотвы в электрическом поле напряженностью 0.3 и 2.5 в/см развивается гипергликемия, продолжительность и величина которой пропорциональна напряженности электрического поля и времени экспозиции. Размеры гипергликемии, вызванной воздействием электрического поля, не выходят за пределы гипергликемии, возникающей под влиянием естественных факторов.

- Б а б а с к и н П. М. 1964. Определение сахара крови на ФЭКе с антроповым реактивом. Лаб. дело, № 6.
- Б а л а е в Л. А. 1967. Изменение уровня сахара в крови черноморской ставриды при раздражении ее электрическим током. В сб.: Биохим., фармакол. и токсикол. аспекты исследования адаптаций. Матер. 3-й Всесоюз. конфер. по экол. физиологии, биохим. и морфол., Новосибирск.
- Б о д р о в а Н. В. и Б. В. К р а ю х и н. 1948. К наблюдениям над влиянием электрического тока на морских рыб. Сб., посвященный памяти А. В. Леонтовича, Изд. АН УССР, Киев.
- Б о д р о в а Н. В. и Б. В. К р а ю х и н. 1951. О влиянии переменного электрического тока на дыхание рыб. ДАН УССР, 6.
- Б о д р о в а Н. В. и Б. В. К р а ю х и н. 1958. О реакции рыб на воздействие электрическим током. Тр. совещ. по физиол. рыб, Изд. АН СССР, М.
- Д е л о в В. Е., И. Ф. Т о м а ш е в с к и й. 1933. Проблема электрического лова рыбы. Изв. Всесоюз. научн.-иссл. инст. озери. и речн. рыбн. хоз., 16.
- К р а ю х и н Б. В. и Л. И. С м и р н о в а. 1966. Влияние переменного электрического тока на красную кровь и интенсивность дыхания рыб. Вopr. ихтиол., 6, 1 (38).
- К у з ь м и н а В. В. 1970. Уровень гликемии пресноводных костистых рыб. Гидробиол. журн., 2.
- Н у с е н б а у м Л. М. и Т. П. Ф а л е е в а. 1961. Исследование поведения рыбы в электрическом поле. Изв. гос. научн.-иссл. инст. озери. и речн. рыбн. хоз., 52, 1.
- Ш е н т я к о в В. А. 1964. Пресноводный электротраповый лов рыбы с применением переменного тока. Пищепромиздат, М.
- H a l s b a n d E. 1959a. Die Veränderung der Erythrozyten bei Regenbogenforellen (*Salmo gairdnerii*) und Karpfen (*Cyprinus carpio*) durch Einwirkung von Gleichstrom. Arch. Fischereiwiss., 10, 3.
- H a l s b a n d E. 1959b. Die Veränderung der Erythrozyten von Forellen und Karpfen nach Einwirkung von Gleich- und Wechselstrom. Inform. Fischwirtsch., 6, 3.
- J i t a r i n P. et M. I s a c. 1967. L'influence du champ electromagnetique sur la glycémie de *Gobius (Apollonia) melanostomus* Pallas. Ann. Stiint. Univ. Jasi, sec. 2a, 13, 1.
- M c M i l l a n F. O. 1928. Electric Fish-Screen. Bull. Bur. Fisheries, 44.
- R i e d e l D. 1954. Über eine Beeinflussung der Fischgeschlechtsprodukte durch den elektrischen Strom unter besonderer Berücksichtigung der Electrofischerei. Z. Fischerei, 3, 7.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

**КАРТИНА КРОВИ КАРПОВ (*CYPRINUS CARPIO* L.)  
ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ФЕНОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ**

Кровь — один из наиболее подвижных показателей изменений физиологического состояния организма, происходящих под влиянием различных факторов среды, в том числе и токсических веществ. Исследованиями установлено (Waluga, 1966; Мартино, 1968; Смирнова, 1968; Комаровский, 1969; Комаровский и Попова, 1969), что при воздействии токсических веществ изменяются качественные и количественные показатели крови рыб: увеличивается относительное число гранулоцитов и молодых форм эритроцитов, уменьшается общее количество лейкоцитов и эритроцитов, снижается осмотическая резистентность эритроцитов, происходит массовое разрушение форменных элементов крови и т. д.

Большинство авторов изучали действие токсических веществ на картину крови в острых опытах, имея дело с летальными концентрациями ядов. Продолжительное влияние низких концентраций токсикантов до сих пор остается малоисследованным. Поэтому целью настоящей работы является выяснение изменений в картине крови карпов в условиях хронической фенольной интоксикации.

За показатель картины крови принято изменение соотношения между количеством отдельных клеток белой крови в лейкоцитарной формуле. В некоторых опытах учитывалось также относительное число молодых форм эритроцитов.

Опыты проводились на 108 карпах в возрасте одного года с субтоксическими концентрациями фенола (3.1, 6.2 и 12.5 мг/л) в непроточных аквариумах при температуре 14—16°. Растворы фенола в аквариумах заменялись ежедневно, рыбы подкармливались.

Морфологический анализ лейкоцитов и молодых форм эритроцитов производился через 15, 45 и 60 дней с начала опыта. Мазки изготовлялись из периферической крови, которую получали из артерии после отсечения хвостового стебля рыбы. После высушивания и фиксации (5 мин.) в метиловом спирте препараты окрашивались по Гимза—Романовскому (45—50 мин.). В каждом препарате подсчитывалось 200 лейкоцитов с последующей их идентификацией на гранулоциты, лимфоциты, моноциты и полиморфноядерные клетки. К гранулоцитам относили клетки с эозинофильной и нейтрофильной зернистостью. Относительное число молодых форм эритроцитов подсчитывалось под микроскопом в 100 полях зрения. Контролем служили мазки крови интактных карпов.

В таблице представлены средние данные подсчетов лейкоцитов и молодых форм эритроцитов крови карпов. Результаты свидетельствуют о том, что показатели крови зависят от силы действующего раздражителя и длительности содержания рыб в растворах фенола. Токсикант в концентрациях 3.1 и 6.2 мг/л

**Относительное число лейкоцитов и молодых форм эритроцитов у подошчатых и контрольных карпов**

Экспозиция, дни	Количество рыб	Лимфоциты	Моноциты	Гранулоциты	Полиморфноядерные клетки	Молодые эритроциты
<b>Контроль</b>						
15	8	93	2	3	2	—
45	10	92	3	3	2	21
60	15	84	3	9	4	—
<b>Введено 3.1 мг/л</b>						
15	12	90	3	5	2	—
45	10	90	5	4	2	99
60	—	—	—	—	—	—
<b>Введено 6.2 мг/л</b>						
15	12	84	5	8	3	—
45	6	92	4	2	2	71
60	—	—	—	—	—	—
<b>Введено 12.5 мг/л</b>						
15	10	80	4	13	3	—
45	10	46	16	31	7	517
60	15	48	11	29	12	630

практически не влияет на соотношение клеток в лейкоцитарной формуле, отмечается лишь некоторая тенденция к усилению эритропоза у подошчатых рыб. У рыб, содержащихся в растворе фенола 12.5 мг/л, резко нарушается соотношение клеток белой крови и сильно повышается относительное число молодых форм эритроцитов. Изменения в лейкоцитарной формуле выражаются в увеличении одних форм клеток за счет других. У всех рыб наблюдается уменьшение лимфоцитов с параллельным увеличением гранулоцитов, моноцитов и полиморфноядерных клеток.

В растворе фенола 12.5 мг/л цитологические показатели крови в значительной степени определяются экспозицией. Через 15 дней на долю лимфоцитов приходится 80%, на гранулоциты — 13, на моноциты — 4 и на полиморфноядерные клетки — 3%, тогда как через 45—60 дней относительная численность лимфоцитов снижается до 46—48%, а других видов клеток, наоборот, повышается: гранулоцитов — до 29—31, моноцитов до 14—16 и полиморфноядерных клеток — до 7—12%. Наряду с параллельным изменением в соотношении клеток белой крови карпов обнаруживается резкое увеличение относительного числа молодых эритроцитов. Количество молодых эритроцитов в 100 полях зрения через 45 дней в среднем составляло 517 клеток, а через 60 дней — 630, тогда как в контроле число этих клеток было значительно меньше: через 45 дней — 21 клетка, через 60 дней — 40 клеток.

На основании проведенного исследования можно сделать заключение, что изменения, возникающие в крови карпов при

фенольной интоксикации, зависят от концентрации и продолжительности действия токсического вещества. Фенол в концентрациях 3.6 и 6.2 мг/л не влияет на относительное постоянство в соотношении клеток белой крови; наоборот, у рыб, содержащихся при концентрации 12.5 мг/л, это соотношение резко нарушается. Изменения заключаются в увеличении количества гранулоцитов, моноцитов и уменьшении числа лимфоцитов. Установить причину цитологической перестройки не представляется возможным. Можно сделать лишь некоторые предположения.

Уменьшение лимфоцитов происходит, вероятно, потому, что в условиях фенольной интоксикации развивается процесс их усиленной дифференциации с образованием специализированных форм клеток крови. Увеличение относительного числа молодых форм эритроцитов у карпов при всех концентрациях фенола указывает на усиливающуюся активность эритропоэза. При 12.5 мг/л этот процесс более выражен.

Все отмеченные нарушения в картине крови карпов при фенольной интоксикации являются неспецифическими, поскольку аналогичные изменения в лейкоцитарной формуле отмечали К. В. Мартино, Л. И. Смирнова и другие после воздействия на рыб иных токсикантов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Комаровский Ф. Я. 1969. Гематологические методы в оценке токсичности пестицидов для рыб. Тез. докл. симпозиума по водной токсикологии, Л.
- Комаровский Ф. Я., Г. В. Попова. 1969. Изменение картины крови рыб под влиянием дигуона. Тез. докл. симпозиума по водной токсикологии, Л.
- Мартино К. В. 1968. О токсическом действии инсектицидов на рыбу. Тр. КаспНИРХ, 24.
- Смирнова Л. И. 1968. О физиологии зернистых лейкоцитов крови рыб. Вopr. ихтiol., 8, 5.
- Waluga D. 1966. Phenol induced in the peripheral blood of the bream *Abramis brama* (L.). Acta Hydrobiol., 8, 2.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

# К ВОПРОСУ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ МАСС В КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Приточность рр. Волги и Камы, являющаяся основой питания Куйбышевского водохранилища, определяет его гидрологический и гидрохимический режим. В результате смешения вод в Волго-Камском и Тетюшском плесах происходит формирование новой водной массы водохранилища. Формируясь в водохранилище, она имеет различные показатели характеристик в зависимости от относительных объемов вод Волги и Камы, участвующих в ее образовании. Естественно предположить, что формирование гидрохимического режима водохранилища находится в прямой зависимости от состава и количества солей, вносимых этими реками. Следовательно, в основу расчета солевого состава можно положить соответствующие формулы смешения:

$$z = \frac{z_B W_B + z_K W_K}{W_B + W_K} \quad \text{и} \quad Cl' = \frac{Cl'_B W_B + Cl'_K W_K}{W_B + W_K},$$

где  $z_B, z_K, z$  — электропроводность волжской, камской и водохранилищной водных масс;  $Cl'_B, Cl'_K, Cl'$  — концентрация хлоридных ионов в этих же водных массах;  $W_B$  и  $W_K$  — абсолютные объемы вод Волги и Камы, участвующие в смешении.

Подставляя в формулы смешения выражения для  $V_B = \frac{W_B}{W_B + W_K}$  и  $V_K = \frac{W_K}{W_B + W_K}$ , где  $V_B$  — относительный объем Волги, а  $V_K$  — относительный объем вод Камы, участвующих в процессе смешения, и решая систему этих уравнений, получаем:

$$V_B = \frac{Cl' z_K - z Cl'_K}{z_K Cl'_B - z_B Cl'_K} \quad \text{и} \quad V_K = \frac{z Cl'_B - Cl' z_B}{z_K Cl'_B - z_B Cl'_K}.$$

При условии  $z = z_B = z_K = \text{const}$  полученные выражения преобразуются в формулы, выведенные А. М. Алмазовым (1957). В то же время они выгодно отличаются тем, что для нахождения относительных объемов вод рек, участвующих в смешении, привлекаются две характеристики — электропроводность и концентрация хлоридных ионов.

Если мы обозначим  $A = z_K Cl'_B - z_B Cl'_K$  и  $\frac{z_K}{A} = K, \frac{Cl'_K}{A} = m, \frac{Cl'_B}{A} = n, \frac{z_B}{A} = p$ , то получим в окончательном виде:  $V_B = K Cl' -$

—  $mx$  и  $V_K = nx - pCl'$ . Рассчитывая заранее коэффициенты  $A$ ,  $K$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $p$  как средние, характеризующие водные массы Волги и Камы, мы значительно упрощаем расчеты по предлагаемой формуле. Дашные, получаемые по ней, более точны, чем рассчитанные по формуле Алмазова (см. таблицу), так как она позволяет сглаживать ошибки в определениях. Поскольку  $V_B +$

$+V_K = 1$  и  $C_s = \frac{V_B}{1 - V_B}$ , то, заранее задаваясь различными значениями  $V_B$  от 0 до 1, можно рассчитать коэффициент  $C_s$ . Из предположения, что 20% примеси вод другого происхождения не играет существенной роли, выделяем три водные массы в зоне смещения вод Волги и Камы:  $C_s < 0.25$  — камская водная масса,  $C_s > 4.00$  — волжская водная масса,  $0.25 < C_s < 4.00$  — водохранилищная водная масса.

Сравнение результатов расчета процентного содержания волжских вод по одному показателю (формула Алмазова) и по двум показателям

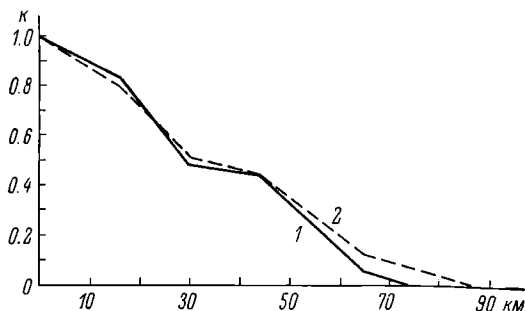
Истинное содержание волжских вод, %	Электропроводность, ом <sup>-1</sup> ·см <sup>-1</sup>	Содержание хлор-ионов, мг/л	% содержания волжских вод		
			по формуле Алмазова		по двум показателям
			$x$	$Cl'$	
0	504·10 <sup>-6</sup>	10.64			
10	482	12.41	10.00	9.08	9.3
20	461	14.47	19.55	19.64	19.6
30	450	14.89	24.54	21.79	22.3
40	410	17.73	42.72	36.35	37.7
50	401	20.92	46.82	52.71	51.6
60	378	23.05	57.27	63.64	62.3
70	356	24.82	67.27	72.71	71.6
80	328	25.89	80.00	78.20	79.6
90	308	28.01	89.09	89.07	89.1
100	284	30.14			

Если  $a$  — характеристика камских вод,  $b$  — характеристика волжских вод,  $x$  — характеристика смешанной воды, то  $C_s = \frac{a-x}{x-b}$ , где  $b < x < a$ . Если  $C_s = 1$ , т. е. мы имеем зону 50%-го смешения вод двух притоков, то  $X = \frac{a+b}{2}$ . Как только содержание какой-либо воды начнет превышать 50%, то удобнее брать  $C'_s = \frac{1}{C_s}$  и тогда  $C_s = \frac{x-b}{a-x}$ .

Таким образом, характеристика зоны контакта камских и водохранилищных вод при  $C_s = 0.25$  равна  $X = \frac{a + 0.25b}{1.25}$ ; в случае

контакта волжских и водохранилищных вод при  $C' = 0.25$   $X = \frac{b + 0.25a}{1.25}$ , тогда  $X > \frac{a + 0.25b}{1.25}$  — камские воды,  $X < \frac{b + 0.25}{1.25}$  — волжские воды.

Рассчитывая заранее электропроводность в зоне контакта как наиболее консервативный и легко определяемый показатель, находим границы водных масс. Привлекая прочие гидрофизические и гидрохимические характеристики, можно уточнить местоположение водных масс с последующим определением их площади и объемов. Принимая водные массы однородными по своей структуре при расчете балансовых характеристик, мы должны учитывать, что характеристика волжской водной массы с учетом 20%



Кривая изменения коэффициента смешения (K) вод в плесах Куйбышевского водохранилища (июль 1968 г.)

1 — в Волго-Камском; 2 — в Тетюшском.

примеси будет равна:  $X = \left[ b + \frac{b + 0.25a}{1.25} \right] : 2 = \frac{9b + a}{10}$ , а камской водной массы:  $X = \left[ a + \frac{a + 0.25b}{1.25} \right] : 2 = \frac{9a + b}{10}$ .

Поскольку интенсивность смешения на различных участках Волго-Камского и Тетюшского плёсов Куйбышевского водохранилища различна, мы выделяли несколько зон смешения. Критерием выделения зон служит коэффициент смешения вод (K). Его формула получена следующим образом. Если первоначальный объем водной массы до начала смешения  $W_B = S_B V_B t$ , где  $S_B$  — площадь сечения определенной водной массы на разрезе,  $V_B$  — средняя скорость течения на этом же разрезе,  $t$  — период наблюдения, то в результате полного перемешивания на расстоянии  $l$   $W_B = 0$ . На промежуточных разрезах  $W'_B = S'_B V'_B t$ .

Отношение  $\frac{W'_B}{W_B} = \frac{S'_B V'_B t}{S_B V_B t} = \frac{S'_B V'_B}{S_B V_B} = K_B$ , где  $K_B$  — коэффициент смешения волжской водной массы. График изменения  $K_B$  показан на рисунке.

Угол падения кривой  $\alpha$  характеризует интенсивность смещения. Если бы смещение происходило равномерно, то  $\alpha_0 = \arctg \frac{1}{l}$ .

Поэтому если  $\alpha < \alpha_0$ , то мы имеем зону малого смещения, если  $\alpha > \alpha_0$ , то образуется зона интенсивного смещения, при  $\alpha = 0$  смещения не происходит.

Интересно отметить, что зоны интенсивного перемешивания волжских и камских вод иногда не совпадают. Это различие обусловлено рельефом дна и приточностью рр. Волги и Камы. Так, в июле 1968 г. приточность по Волге составила 5.767 км<sup>3</sup>, а по Каме — 8.35 км<sup>3</sup>, поэтому камские воды проникли на большее расстояние, чем волжские (см. рисунок).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Алмазов А. М. 1957. О методах расчета солености и концентрации главных ионов в воде открытых лиманов. Гидрохим. матер., XXVII.  
Горин Ю. И. 1968. Водные массы в Волго-Камском и Тетюшском плесах Куйбышевского водохранилища. I конфер. по изуч. водоемов бассейна Волги (тез. докл.). Тольятти.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. Х. Л и ф ш и ц

#### ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ТЕЧЕНИЙ В ВОДОЕМАХ КАРЕЛИИ

Исследования процессов, происходящих в водной среде, в последние годы развиваются весьма интенсивно. Одним из главных направлений в области изучения водоемов является исследование их динамического режима, и в частности возникновения и характера течений. Отсутствие данных о динамике вод в водоемах Карелии (за исключением Ладожского и Онежского озер) явилось причиной проведения Отделом водных проблем Карельского филиала АН СССР ряда экспериментальных и теоретических исследований. В качестве объектов наблюдений были выбраны озера Вагат и Шот в южной части Карелии и Выгозерское водохранилище, расположенное на трассе Беломорско-Балтийского канала.

Вагатозеро, находящееся в системе одной из наиболее крупных в южной части Карелии рек — Шуи, имеет почти правильную круглую форму, несколько вытянутую в меридиональном

направлении. Площадь зеркала  $24.5 \text{ км}^2$ , глубина в средний по водности год в центральной части озера  $2.5\text{—}3.0 \text{ м}$ .

Шотозеро также находится в системе р. Шуи, площадь его зеркала  $74.0 \text{ км}^2$ , средняя глубина  $3.1 \text{ м}$ . Среднегодовой расход р. Шуи составляет  $50.6 \text{ м}^3/\text{сек.}$ , р. Миккельской — наиболее крупного из остальных притоков —  $2.4 \text{ м}^3/\text{сек.}$  Форма озера близка к овальной.

На акватории исследованных водоемов разбивалась сеть постоянных разрезов и станций, фиксированных вехами и буями. На каждой вертикали определялись скорость и направление течения и ветра, глубина, температура, цвет и прозрачность воды, визуально отмечались степень и направление волнения. При ледоставе измерялись толщина льда и высота снежного покрова. В период открытой водной поверхности работы велись на дюралюминевой лодке с подвесным мотором, зимой использовалась автомашина и вездеход ГАЗ-47. При измерении течений испытывались различные конструкции приборов: гидрометрические вертушки, турбулиметры, морские модернизированные вертушки ВММ, самописцы длительного действия системы Ю. К. Алексеева, а также модели бесконтактных вертушек ИДВ-1М и ИДВ-2М, разработанные в Отделе водных проблем. Исключение в датчике скорости дистанционной импульсной вертушки ИДВ-2М прямых механических контактов позволило довести начальную скорость прибора до  $0.8 \text{ см/сек.}$  Опыт эксплуатации вертушки на озерах Карелии позволяет рекомендовать ее для широкого применения при изучении внутренних водоемов.

Динамический режим исследованных водоемов характеризуется рядом особенностей. Высокий коэффициент условного водообмена Вагатозера, равный 64 (Григорьев, 1959), свидетельствует о большом влиянии впадающих рек на динамический режим водоема. Основное транзитное течение, создаваемое водами р. Шуи, при штиле распространяется в восточном направлении, затем поворачивает на юго-восток. В юго-восточной части озера обнаружено движение водных масс спирального характера, связанное с поворотом транзитного потока и возникновением поперечной циркуляции. В результате зимних исследований Вагатозера выяснен характер распространения течений при ледяном покрове, определены плановые размеры транзитных потоков и водоворотных областей.

Определяющее влияние на характер динамических процессов в Шотозере в безледный период оказывает ветер; транзитные течения обнаружены только на участках, прилегающих к устьям рек, впадающих и вытекающих из озера.

В северной части Выгозерского водохранилища (площадь его  $1210 \text{ км}^2$ ) с помощью приборов установлено наличие стокового течения, создаваемого поступлением вод р. Сегежи, сбросами в залив Лайко-ручей сточных вод Сегежского целлюлозно-бумажного комбината и расходами через сооружения Ондского гидроузла. В заливе Лайко-ручей в нижних слоях наблюдалось течение, связанное со сбросом сточных вод и направленное в сторону озера (скорость  $2.0\text{—}4.7 \text{ см/сек.}$ ), а в верхних горизонтах отмеча-

лось устойчивое компенсационное течение со скоростью до 3,5 см/сек., питаемое подтоком чистых речных и озерных вод. Использование буквопечатающей вертушки, устанавливавшейся последовательно в трех точках на пути транзитного потока, позволило зафиксировать значительное изменение скорости течений во времени (от 5 до 18 см/сек.), что связано с пульсационным характером речного потока и колебаниями объемов сбрасываемых сточных вод.

Важным средством изучения динамических процессов являются их расчет для различных природных условий. В отделе водных проблем были разработаны расчетные схемы и выполнены расчеты транзитных течений установившейся ветровой циркуляции по методу полных потоков и неустановившегося ветрового дрейфа.

Для построения плана течений в Вагатозере при штиле нами был использован метод Бернадского, основанный на одновременном удовлетворении двум условиям механического равновесия сил, действующих на элемент потока — условиями продольного и поперечного равновесия. При этом поток принимается состоящим из отдельных струй с равным расходом, а скорости движения во всех точках по вертикали — равными средней скорости. В отличие от работ других авторов нами в методику исследования введен продольный уклон водной поверхности, ибо резкого расширения струй в центральной части водоема по натурным данным не отмечалось. Результаты расчета хорошо согласуются со схемой, полученной для аналогичных условий путем натурных исследований (Лифшиц, 1968).

При расчете установившейся ветровой циркуляции во внутренних водоемах хорошие результаты дало применение метода полных потоков (Фельзенбаум, 1960), используемого в океанологии. При реализации этого метода на примере Вагатозера с помощью электронно-вычислительной машины «Минск-1» получены схемы течений для ветров разных румбов и силы с учетом расходов на жидких границах контура водоема (Лифшиц, Раутиайнен, 1965). Расчетные данные соответствуют натурным, что свидетельствует о перспективности применения указанного метода к изучению динамических процессов в озерах и водохранилищах.

При решении ряда теоретических и практических задач часто приходится иметь дело с неустановившимся характером движения водных масс. Такой режим течений может быть обусловлен неодинаковым воздействием ветра на отдельные участки водоемов, изменением его интенсивности во времени, неравномерностью поступления приточных вод, попусков через сооружения гидроузлов и т. д. А. В. Караушев (1960) на основе уравнений движения турбулентного потока Маккавеева разработал схему расчета неустановившихся ветровых течений и денивеляций в водоеме относительно узловой вертикали. Составленная нами с уче-

том проработок А. В. Караушева расчетная схема позволяет исследовать состояние скоростного поля в каналах практически любых размеров на всех выбранных вертикалях и горизонтах. Как показал расчет, под действием ветра в водоеме возникает система незатухающих сейшеобразных колебаний уровня относительно наклонной осевой линии. Скорости течений также меняются во времени, хотя и в сравнительно небольших пределах.

Результаты исследований позволили понять физические особенности динамических процессов и послужили основой для рекомендаций по наиболее эффективному использованию изучаемых водных объектов. В частности, на основании полученной для Выгозерского водохранилища схемы течений были предотвращены регулярные холостые сбросы миллионов кубометров воды из вышележащего Сегозера, приносящие большой ущерб гидроэнергетике. Выяснилось, что сточные воды Сегежского ЦБК распространяются в придонных горизонтах узким фронтом и не разбавляются попусковыми водами, идущими в верхних слоях.

Использование рассмотренных выше методов математического моделирования динамических процессов с применением быстродействующих электронно-вычислительных машин привело к выводам, позволяющим рекомендовать разработанные схемы расчета для решения отдельных гидрологических задач.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Г р и г о р ь е в С. В. 1959. О некоторых определениях и показателях в озероведении. Тр. Карельск. фил. АН СССР, Матер. по гидрол. (лимнол.) Карелии, 18, Петрозаводск.
- К а р а у ш е в А. В. 1960. Сгонно-нагонные явления на водохранилищах и озерах. Гидрометеониздат, Л.
- Л и ф ш и ц В. Х. 1968. Некоторые данные по расчету и построению плана течений в проточных водоемах. Сырьевые ресурсы внутренних водоемов Северо-Запада. Тр. Карельск. отд. ГосНИОРХ, 5, 1. Карельск. книжн. изд., Петрозаводск.
- Л и ф ш и ц В. Х., Ю. С. Р а у т и а й н е н. 1965. Пример расчета установившихся течений в озерах с применением метода полных потоков. Тр. СевНИИГим, Вопр. гидрол., озеровед. и водн. хоз. Карелии, 23, Петрозаводск.
- Ф е л ь з е н б а у м А. И. 1960. Теоретические основы и методы расчета установившихся морских течений. Изд. АН СССР, М.

Карельский филиал АН СССР

---

## МАЛОГАБАРИТНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ МЕТКА ДЛЯ РЫБ

Телеметрические исследования, направленные на изучение трасс и ритмики движения рыб и других водных животных, в настоящее время приобретают большое научное и прикладное значение. Документация естественного движения рыб в сочетании с изучением изменений гидрофизической и гидрохимической обстановки позволяет уточнить степень корреляции между поведением животного и параметрами среды и более целеустремленно вести исследования, направленные на выяснение принципов ориентации и навигации рыб и каналов — переносчиков информации.

Изучение трасс и ритмики движения рыб в естественных условиях прежде всего предусматривает возможность дистанционного определения координат подопытной рыбы относительно наблюдателя. Для получения вполне удовлетворительных результатов в полевых условиях необходимо, чтобы наблюдатель с помощью соответствующей приемной аппаратуры мог обнаруживать рыбу с известного расстояния. Для определения координат подопытной рыбы и дистанционного слежения за ней сама рыба должна являться носителем источника информационных сигналов, излучающего энергию в водную среду.

Критерием для выбора типа этого излучения может служить степень поглощения энергии средой и малая чувствительность к этому излучению самих рыб (Хаслер, Гендерсон, 1965). Наиболее широкое применение в качестве физических переносчиков информации получили электромагнитные и упругие колебания. Использование электромагнитных колебаний для этих целей в диапазоне коротких и ультракоротких волн нецелесообразно из-за значительного поглощения их энергии различными неоднородностями, находящимися в воде. В диапазоне длинных волн поглощение энергии электромагнитных колебаний относительно невелико, но использовать этот частотный диапазон для телеметрических исследований пока не позволяют значительные размеры передающих антенн. Таким образом, выбор рабочей частоты канала связи будет ограничиваться сверху резким возрастанием коэффициента затухания, снизу — эффективными размерами излучателей.

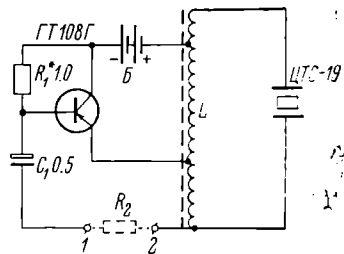
Для снижения размеров излучателей до 1—2 см рабочая частота ультразвукового передатчика должна выбираться с учетом коэффициента затухания из диапазона частот 30—60 кгц (Шипкова, 1963). Ультразвуковые передатчики (метки), разработанные зарубежными исследователями (Трефенсен и др., 1959; Novotnei, Enterberg, 1962; Henderson a. oth., 1966, и др.), работали в диапазоне частот 50—130 кгц со сравнительно небольшими радиусами действия — 100—500 м. В 1965—1966 гг. Физико-меха-

ническим институтом АН УССР для изучения трассы и ритмики движения крупных рыб, в частности осетров, было разработано и изготовлено несколько вариантов ультразвуковых передатчиков, работающих в диапазоне 40—49 кгц (Поддубный, Спектор, 1967). Уверенный прием сигналов от передатчиков осуществлялся на расстоянии 1—2 км. Из-за сравнительно больших габаритов использование этих передатчиков для дистанционного слежения за среднеразмерными и мелкими рыбами не представляется возможным.

Нами предлагается ультразвуковой передатчик небольших размеров, работающий на частоте 45 кгц (см. рисунок). Передатчик собран по схеме автогенератора с кондуктивной обратной связью на германиевом сплавном транзисторе ГТ108Г. Пренебрегая влиянием базового тока и переходных емкостей, коэффициент обратной связи можно считать вещественным и не зависящим от частоты генерации, что является положительным свойством используемой схемы. Неполное включение колебательного контура, примененное в схеме, ослабляет воздействие триода на частоту автогенерации, что повышает ее стабильность. Для уменьшения веса и объема монтажной схемы автогенератора при его изготовлении использовались малогабаритные радиодетали: сопротивление типа МЛТ-0.125 и емкость типа ЭМИ. В качестве излучателя упругих колебаний был применен пьезоэлемент марки ЦТС-19 диаметром 18 мм и высотой 7 мм. Диаграмма направленности такого пьезоэлемента близка к круговой, что позволяет осуществлять уверенный прием информационных сигналов от меченой рыбы в любом направлении.

Емкость пьезоэлемента и индуктивность  $L$  образуют колебательный контур с резонансной частотой 45 кгц. Поскольку величина емкости отдельных экземпляров пьезоэлементов ЦТС-19 колеблется в некоторых пределах, то для обеспечения требуемой резонансной частоты колебательного контура величина индуктивности  $L$  должна подбираться при наладке каждой схемы. Обмотка индуктивности контура, содержащая 450 витков провода ПЭВ-0.1 мм с отводами от 100 и 150 витков, наматывается на ферритовом сердечнике марки М2000НМ диаметром 2 мм и длиной 12 мм. Величина индуктивности регулируется изменением количества витков обмотки.

В целях экономичного расхода емкости источника питания работа передатчика поставлена в импульсный режим. Частота следования импульсов определяется времязадающей цепочкой  $R_1 C_1$



Принципиальная схема ультразвуковой метки.

и выбирается в пределах 0.5—2 гц. Величина длительности выходных импульсов подбирается с помощью сопротивления  $R_2$  в пределах 4—10 мсек. Питание ультразвукового передатчика в зависимости от его назначения может осуществляться от двух, трех и четырех соединенных последовательно аккумуляторов типа Д006. Срок службы аккумуляторов при работе передатчика составляет 60—70 час.

Для управления работой передатчика в корпусе его предусмотрены контакты 1 и 2 (см. рисунок) с целью отключения на воздухе минусового вывода электрического конденсатора  $C_1$  от колебательного контура. При погружении передатчика в воду происходит подключение минусового вывода емкости к колебательному контуру через сопротивление слоя воды, находящегося между контактами 1 и 2, и тем самым восстанавливаются нормальные условия для возникновения генерации, т. е. происходит автоматическое включение. В качестве контакта 2 используется наружная обкладка пьезоэлемента, а контактом 1 служит металлическая стойка, укрепленная на некотором расстоянии от пьезоэлемента, необходимым для получения требуемой длительности импульсов. Применение такого автоматического ключа создает определенные удобства в эксплуатации ультразвуковых передатчиков и обеспечивает экономичный расход емкости источника питания. На воздухе метка не генерирует и уменьшение емкости источника питания будет определяться лишь протеканием постоянного тока через триод, величина которого в случае использования четырех аккумуляторов Д006 составляет 0.0003 а. Применение такого автоматического ключа позволяет производить окончательную подготовку меток в лабораторных условиях за несколько часов до проведения эксперимента. Подзарядка аккумуляторов Д006 в нужный момент в корпусе передатчика обеспечивается выводом для подключения источника питания к зарядному устройству. Перед запуском передатчика эти выводы изолируются нитрокраской.

При изготовлении и качественной наладке ультразвуковых передатчиков по предложенной схеме на определенную частоту необходимо обязательно учитывать изменение емкости излучателя под воздействием температуры и давления воды. Для этого наладку схемы передатчика нужно производить с излучателем, находящимся в моделированных условиях будущего эксперимента.

Для дистанционного слежения за рыбами небольших размеров или в районах небольших рек можно использовать ультразвуковые передатчики с питанием от двух аккумуляторов Д006. Вес передатчика в воздухе 15 г. Дальность уверенного приема в этом случае составляет около 500 м. Передатчики с питанием от трех и четырех аккумуляторов Д006 весом в воздухе соответственно 25 и 30 г и дальностью уверенного приема 1000 и 2500 м

могут быть использованы для дистанционного слежения за рыбами в больших реках и водохранилищах. В случае необходимости увеличения длительности работы передатчика в качестве источника питания вместо аккумуляторов Д006 можно использовать одинаковые по размеру ртутно-цинковые элементы РЦ-53. Срок службы источника из таких элементов будет составлять 80—90 час.

Ультразвуковые передатчики, изготовленные по предложенной схеме, были испытаны в осенних и подледных телеметрических исследованиях ритмики движения щуки, судака и леща на Рыбинском водохранилище. Полученные результаты показали, что такие ультразвуковые передатчики не только просты в изготовлении и наладке, но и надежны в работе. Необходимо также отметить, что на основе предложенной принципиальной схемы ультразвукового передатчика в будущем могут создаваться метки-лаборатории, с помощью которых можно будет определять не только местоположение рыбы, но и параметры окружающей среды (температуру, освещенность и электропроводность), что позволит улучшить качество и расширить возможности телеметрических исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Поддубный А. Г., Ю. И. Спектор. 1967. Исследование миграционного поведения осетров в зоне плотин биотелеметрическим методом. В сб.: Вопросы бионики, изд. «Наука», М.
- Трефенсен П., Д. Дадлей, М. Смит. 1959. Ультразвуковое следящее устройство для наблюдения за меченой рыбой. В сб.: Электронные схемы на полупроводниковых триодах. Под ред. Д. Каррола. ИЛ, М.
- Хаслер А. Д., Х. Ф. Гендерсон. 1965. Проблемы телеметрического изучения ориентации рыб при возвращении их к месту нереста. Биотелеметрия. Изд. «Мир», М.
- Шпикова Е. В. 1963. Физические основы рыболокации. Пищепромиздат, М.
- Henderson H. F., A. D. Hasler, G. G. Chipman. 1966. An ultrasonic transmitter for use in studies of movements of fishes. Trans. Amer. Fish. Soc., 95, 4.
- Novotnei I., C. F. Enterberg. 1962. A 132-kilocycle sonic fish tag. Progr. Fish-Cult., 94 (3).

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

## ИНФОРМАЦИИ

	Стр.
Международный симпозиум МБП по продукции бактерий . . . . .	3
Симпозиум по экологической физиологии водных беспозвоночных	4

## НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Г. С. Г у б и н а. Фитопланктон как индикатор биологического и рыбохозяйственного состояния кубанских лиманов . . . . .	6
В. И. Р о м а н е н к о. Скорость потери органического вещества клетками планктонных водорослей . . . . .	10
А. Г. Ш е х о в. Фитоценотическая классификация кубанских ли- манов . . . . .	13
Л. И. Л п с и ц ы н а и Г. А. Ж у к о в а. О росте камыша озер- ного ( <i>Scirpus lacustris</i> L.) на разных типах грунта . . . . .	18
Б. Ф. Ж у к о в. Об изменчивости <i>Pleuromonas jaculans</i> Perty ( <i>Bodonina</i> , <i>Protozoa</i> ) . . . . .	22
Н. В. Г о р я ч е в а. К биологии <i>Bodo marina</i> . . . . .	26
В. П. С е м е р н о й. Зимовка водных олигохет в промерзающем грунте . . . . .	29
В. П. Л у ф е р о в. Влияние температуры и освещенности на фото- реакцию некоторых ракообразных . . . . .	32
А. В. М о н а к о в и Е. Б. П а в е л ь е в а. Первые данные о пи- тании <i>Bryocamptus minutus</i> (Claus) ( <i>Copepoda</i> , <i>Harpacticoida</i> )	35
Ф. Д. М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й и З. Н. Ч и р к о в а. О распространении байкальского бокоплава <i>Gmelinoides fas-</i> <i>ciatus</i> (Stebbing) в Горьковском водохранилище . . . . .	38
Б. А. В а й н ш т е й н и В. А. А л е к с е е в. О нахождении водяного клеща <i>Piona pusilla</i> (Neuman) в Рыбинском водо- охранилище ( <i>Trombidiformes</i> , <i>Hygrobatidae</i> ) . . . . .	42
Г. Д. Г о н ч а р о в. Динамика накопления антител у карпов в за- висимости от интервалов инъекций . . . . .	44
В. В. К у з ь м и н а. Влияние электрического тока на уровень гли- кемии плотвы . . . . .	47
В. Р. М и к р я к о в и Б. А. Ф л е р о в. Картина крови карпов ( <i>Cyprinus carpio</i> L.) при хронической феюльной интоксикации	52
Ю. И. Г о р и н. К вопросу выделения водных масс в Куйбышевском водохранилище . . . . .	55
В. Х. Л и ф ш и ц. Об исследовании течений в водоемах Карелии	58
В. В. Г а й д у к. Малогабаритная ультразвуковая метка для рыб	62

# CONTENTS

## INFORMATION

	Page
International symposium IBP on production of bacteria . . . . .	3
Symposium on ecological physiology of aquatic invertebrates . . . . .	4

## ARTICLES

G. S. Gubina. Phytoplankton as indicator of biological and fishery conditions of the Kubansk lakes . . . . .	6
V. I. Romanenko. The speed of loss of organic matter by the cells of planktonic algae . . . . .	10
A. G. Shekhov. Phytocenologic classification of the Kubansk lakes . . . . .	13
L. I. Lisitsina and G. A. Zhukova. The growth of cane ( <i>Scirpus lacustris</i> L.) on various kinds of soil . . . . .	18
B. F. Zhukov. Variability of <i>Pleuromonas jaculans</i> Perty ( <i>Bodonina</i> , <i>Protozoa</i> ) . . . . .	22
N. V. Goryatcheva. Biology of <i>Bodo marina</i> . . . . .	26
V. P. Semernoi. Wintering of aquatic oligochaeta in frozen ground . . . . .	29
V. P. Lufarov. Influence of temperature and light on photoreaction of some crustacea . . . . .	32
A. V. Monakov, E. B. Pavelieva. The first data about feeding of <i>Bryocamptus minutus</i> (Claus) ( <i>Copepoda</i> , <i>Harpacticoida</i> ) . . . . .	35
F. D. Mordukhai-Boltovskoi, Z. N. Chirkova. Occurrence of baikal crustacean <i>Gmelinoides fasciatus</i> (Steb.) in Gorkovsk reservoir . . . . .	38
B. A. Vainshtein, V. A. Alekseev. Occurrence of <i>Pionapusilla</i> (Neuman) in Rybinsk reservoir ( <i>Trombidiformes</i> , <i>Hygrobatidae</i> ) . . . . .	42
G. D. Gontcharov. The dynamics of accumulation of antibodies in carp, depending on intervals of injections . . . . .	44
V. V. Kuzmina. The effect of electric current on the level of glycemia in roach . . . . .	47
V. P. Micryakov, B. A. Flerov. The picture of blood in carp ( <i>Cyprinus carpio</i> L.) during chronic intoxication by phenol . . . . .	52
Y. I. Gorin. The problem of classification of water masses in Kuibyshevsk reservoir . . . . .	55
V. H. Lifshits. Investigation of currents in Karelian reservoirs . . . . .	58
V. V. Gaiduk. Portable ultrasound marking device for fishes . . . . .	62

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

## Информационный бюллетень № 9

*Утверждено к печати  
Институтом биологии внутренних вод  
Академии наук СССР*

Редактор издательства *Л. М. Макаюская*  
Технический редактор *М. Э. Карлайтис*  
Корректор *Е. А. Гинстлина*

Сдано в набор 29/X 1970 г. Подписано к печати  
27/I 1971 г. Формат бумаги  $60 \times 90^{1/16}$ . Бум. л.  $2^{1/8}$ .  
Печ. л.  $4^{1/4} = 4,25$  усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4.33  
Изд. № 4751. Тип. зак. № 1270. М-27030.  
Тираж 1100. Бумага № 2 Цена 29 коп.

Ленинградское отделение издательства «Наука»  
Ленинград, В-164, Менделеевская лин., д. 1

---

1-я тип. издательства «Наука». Ленинград, В-34,  
9 линия, д. 12