

А К А Д Е М И Я   Н А У К   С С С Р

---

**Б Ю Л Л Е Т Е Н Ъ**  
**ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ**  
**ВОДОХРАНИЛИЩ**

**№ 5**

М О С К В А   —   1 9 5 9   —   Л Е Н И Н Г Р А Д

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

*Б. А. Вайнштейн, Б. С. Кузин (редактор), С. И. Кузнецов,  
Ф. Д. Мордухай-Болтовской, В. И. Рутковский,  
Б. К. Штегман (зам. редактора)*

~

# АКАДЕМИЯ НАУК СССР

## БЮЛЛЕТЕНЬ

### ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ ВОДОХРАНИЛИЩ

## № 5

### СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
С. И. КУЗНЕЦОВ. Динамика численности бактерий в Рыбинском водохранилище в 1958 г. . . . .	3
И. Н. ДЗЮБАН. Некоторые данные о микобактериях волжских водохранилищ	7
В. И. РОМАНЕНКО. Краткая микобиологическая характеристика р. Шексны и Северо-Двинского канала . . . . .	9
А. Д. ПРИЙМАЧЕНКО. К биологии <i>Melosira italica</i> (Ehr.) Kütz. в Волге и Рыбинском водохранилище . . . . .	12
Т. Л. ПОДДУБНАЯ. Об аутономии и регенерации у тубифицид . . . . .	15
Л. М. МАЛОВИЦКАЯ. О нахождении <i>Eurytemora lacustris</i> (Pope) в Рыбинском водохранилище . . . . .	17
А. В. МОНАКОВ. О зимовке <i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus в Рыбинском водохранилище . . . . .	18
Э. Д. МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКАЯ. О влиянии температуры на партеногенетическое размножение <i>Bythotrephes</i> . . . . .	21
О. А. ГОМАЗКОВ. О роли детрита в питании леща Рыбинского водохранилища	23
О. А. ГОМАЗКОВ. О влиянии температуры на интенсивность пищеварения налима . . . . .	26
Н. В. БОДРОВА и Б. В. КРАЮХИН. К вопросу о «видовой» чувствительности рыб к электрическому току . . . . .	29
А. Г. ПОДДУБНЫЙ. Некоторые особенности распределения рыбинского леща в нагульный период . . . . .	32
А. В. АНАНИЧЕВ. Химический состав детрита Рыбинского, Угличского и Ивановского водохранилищ . . . . .	37
В. И. РОМАНЕНКО. Учет метанооксиляющих бактерий в воде методом радиоавтографии колоний с мембранных фильтров . . . . .	40
Н. Н. СМЕРНОВ. О приближенном количественном исследовании состава пищи водных беспозвоночных при вскрытии . . . . .	43
Ю. И. СОРОКИН. Методика определения карбонатов, свободной углекислоты и органического углерода в грунтах . . . . .	48
И. П. ДЬЯЧЕНКО. Автоматический закрывающийся планктобатор	51
Тематика Института гидробиологии АН УССР по изучению Каховского водохранилища и р. Днепр . . . . .	55

## CONTENTS

	Page
S. I. KOUZNETZOV. Quantitative bacterial dynamics at the Water Reservoir of Rybinsk . . . . .	3
J. N. DZJUBAN. Some data about mycobacteria of Volga Reservoirs . . . . .	7
V. I. ROMANENKO. Brief microbiological survey of the Sheksna and of North Dvina Canal . . . . .	9
A. D. PRIJMATSHENKO. About biology of <i>Melosira italica</i> (Ehr.) Kütz. in the Volga and Rybinsk Reservoir . . . . .	12
T. L. PODDUBNAJA. About autotomy and regeneration in Tubificidae . . . . .	15
L. M. MALOVITSKAJA. Accurrence of <i>Eurytemora lacustris</i> (Pope) in Rybinsk Reservoir . . . . .	17
A. V. MONAKOV. About hibernation of <i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus in Rybinsk Reservoir . . . . .	18
E. D. MORDUKHAI-BOLTOVSKAJA. About influence of temperature on parthenogenetic reproduction of <i>Bythotrephes</i> . . . . .	21
O. A. GOMAZKOV. About the question of the role of detritus in the nutrition of <i>Abramis brama</i> im Rybinsk Reservoir . . . . .	23
O. A. GOMAZKOV. About influence of temperature on the rate of digestion in <i>Lota lota</i> . . . . .	26
N. V. BODROVA and B. V. KRAJUKHIN. About the question of specific sensitivity of fishes to electric current . . . . .	29
A. G. PODDUBNYJ. Some peculiarities of the distribution of <i>Abramis brama</i> in Rybinsk Reservoir during the period of feeding . . . . .	32
A. V. ANANITSHEV. Chemical composition of the detritus of Rybinsk, Uglich and Ivankovo Reservoirs . . . . .	37
U. I. ROMANENKO. Counting of methane-oxidizing bacteria in water by radio-autography of the colonies from membrane filters . . . . .	40
N. N. SMIRNOV. About a proximately quantitative investigation of food of aquatic invertebrates by dissections . . . . .	43
J. I. SOROKIN. Technique of determination of carbonates, free carbon dioxide and organic carbon in grounds . . . . .	48
I. P. DJATSHENKO. Automatically closing plankto-bathometer. . . . .	51
Research problems of the Hydrobiological Institute of the Ukrainian Academy of Sciences on Kakhovka Reservoir and the Dnieper. . . . .	55

С. И. КУЗНЕЦОВ

## ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В 1958 г.

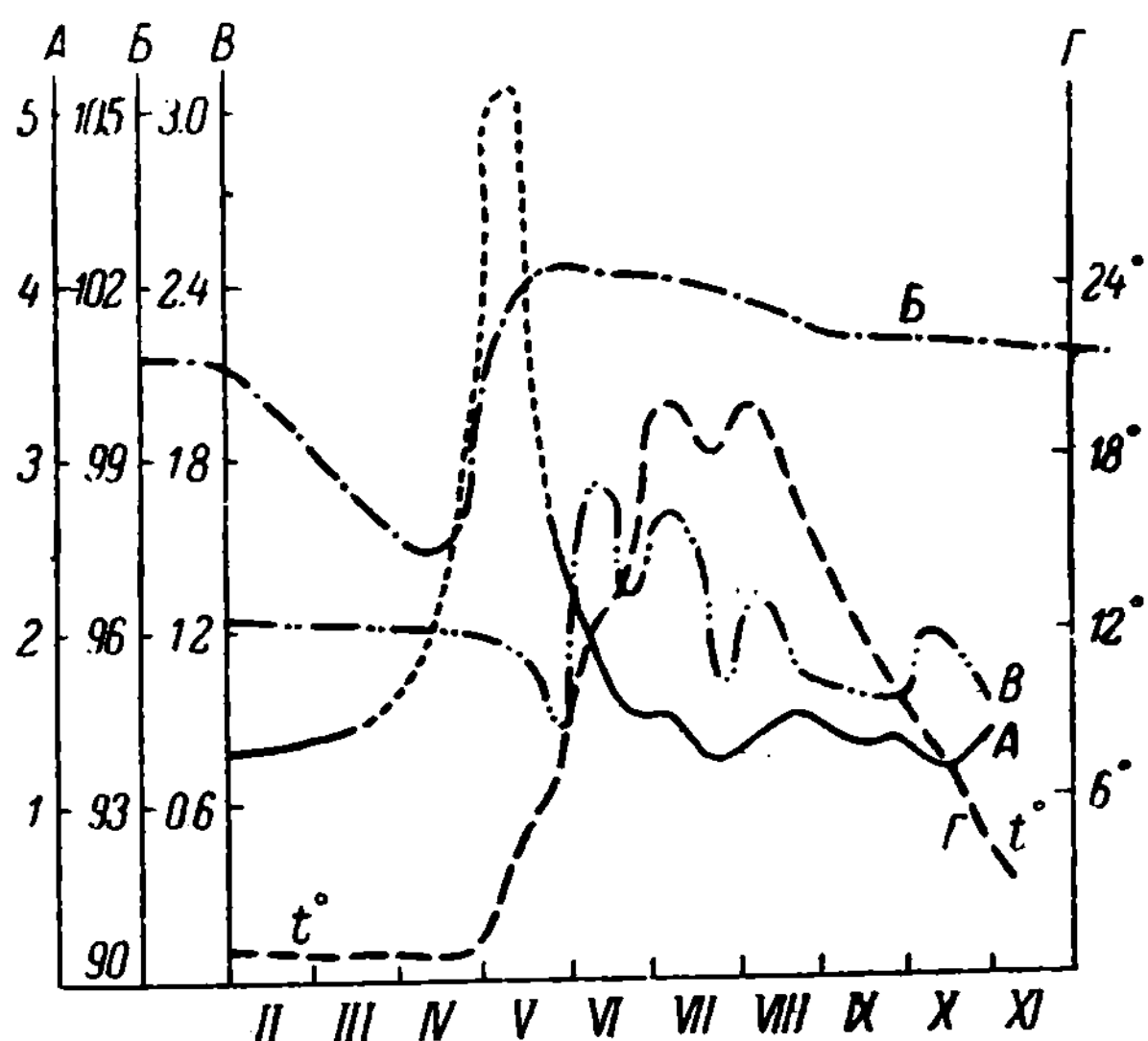
Систематические наблюдения над общей численностью бактерий в водоеме могут, с одной стороны, характеризовать изменения в трофии водоема, а с другой — указать источники его загрязнения. В связи с этим заслуживают внимания наблюдения над численностью бактерий в Рыбинском водохранилище.

На этом водохранилище в 1958 г. по данной теме работы проводились в следующем порядке. Пробы воды для анализа отбирались во время стандартных рейсов с мая по октябрь, кроме того, в зимних условиях, с 28 января по 3 февраля со льда, и, наконец, 9 и 10 мая с экспедиционного судна, которое шло во льдах вслед за ледокольным пароходом и смогло проникнуть лишь до района бывшего устья и русла Мологи.

В стандартных рейсах пробы брались в следующих пунктах: станция 1 — у Коприна, станция 2 — у затопленного города Мологи, станция 5 — к юго-западу от Измайлова, станция 6 — у Среднего Двора, станция 7 — в центре водохранилища, станция 9 — к северо-востоку от Брейтова.

В периоды температурной стратификации пробы воды для анализа отбирались из поверхностного и придонного слоев, а в остальное время лишь из поверхностного. Общее количество бактерий учитывалось микроскопически по методу А. С. Разумова (1947), а число сапрофитных бактерий на мясо-пептонном агаре по Коху — посевом 0.1 мл воды. Учет выросших колоний производился на 10-й день после инкубации посевов при 20—22°.

Наблюдения с 28 января по 3 февраля были проведены более подробно, чем на стандартных рейсах летнего периода. Кроме цифр, приведенных в табл. 1, во время этого рейса были сделаны анализы поверхностного слоя воды в ряде пунктов Рыбинского водохранилища, причем были обнаружены следующие количества бактерий в 1 мл воды: над бывшим



Зависимость сезонных колебаний численности бактерий от факторов среды в Рыбинском водохранилище в 1958 г.

А — количество бактерий (в млн клеток/мл); Б — абсолютная отметка уровня (в м); В — прозрачность воды (в м); Г — температура воды.

Количество бактерий (в тыс./мл) по прямому счету в воде Рыбинского водохранилища в 1958 г.

№ станции	Место взятия пробы (слой)	28 I-3 II	9 и 10 V	22-24 V	10-12 VI	22-24 VI	4 и 5 VII	22-24 VII	6 и 7 VIII	22 и 23 VIII	10-11 IX	23-26 IX	8-10 X	27-30 X	Среднее по станциям
1	Поверхностный . . . . .	977	4109	2747	2127	1331	1827	1448	1288	1331	—	1204	1341	1235	1532
	Придонный . . . . .	1016	4797	2881	2103	—	—	—	—	1303	—	—	—	—	—
2	Поверхностный . . . . .	1005	6169	2860	2545	2060	1441	1161	1125	1777	—	1395	1189	1789	1660
	Придонный . . . . .	927	4738	2874	1897	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Поверхностный . . . . .	1529	—	2927	1285	1663	1356	1434	2163	1487	1228	1643	1632	1614	1664
	Придонный . . . . .	1313	—	3037	1242	—	—	—	—	1225	—	—	—	—	—
6	Поверхностный . . . . .	1968	—	1834	2110	1632	1402	1133	1477	1437	1289	1249	1306	1589	1535
	Придонный . . . . .	1699	—	1547	1982	—	—	—	—	1172	—	—	—	—	—
7	Поверхностный . . . . .	1005	—	2871	2181	1423	1041	1487	831	1614	1499	1214	966	1207	1446
	Придонный . . . . .	867	—	2935	2375	—	—	—	—	1444	—	—	—	—	—
9	Поверхностный . . . . .	1522	—	2634	1458	1154	1954	977	1192	1451-	1409	1532	1005	1048	1453
	Придонный . . . . .	1682	—	2032	1313	—	—	—	—	1621	—	—	—	—	—
Среднее за каждый рейс по поверхностным пробам . . . . .		1334	5139	2645	1933	1544	1503	1273	1346	1516	1358	1389	1240	1415	1541
Прозрачность (в м) . . . . .		1.24	1.15	0.88	1.72	1.30	1.6	1.0	1.3	1.0	0.95	0.9	1.2	0.85	
Температура . . . . .		0.92°	4.0°	7.3°	12.3°	14.1°	19.7°	17.6°	19.3°	16.4°	12.8°	9.5°	8.1°	4.5°	

Примечание. При расчете средних по станциям данные анализов за 9 и 10 V во внимание не принимались.

руслом Мологи, против Брейтова — 1 441 000, у Гаютина — 1 271 000, у Давшина — 1 543 000, в Переборском заливе — 1 161 000 и в Югском заливе — 1 197 000.

Чрезвычайно большое количество бактерий наблюдалось в воде перед самым вскрытием водохранилища — 9 и 10 мая. Как видно из рис. 1, в среднем оно достигало 5 млн в 1 мл. Следует отметить, что прозрачность воды в это время еще соответствовала зимней, т. е. поступление терригенных частиц с берегов водохранилища еще не началось. Второе увеличение численности бактерий в водохранилище наблюдалось в середине августа, когда температура воды начала снижаться, и осенью, в конце октября, при уменьшении прозрачности воды.

В общем же в летний период 1958 г. колебание численности бактерий было невелико. В среднем для отдельных районов оно лежит в пределах 1.45—1.64 млн бактерий в 1 мл. Наименьшее количество бактерий в 1 мл — 841 000 — зарегистрировано в августе для центра водохранилища. По данным всех летних анализов, число бактерий в 1957 г. в среднем равнялось 1708 млн (Кузнецов, 1958), а в 1958 г. — 1541 млн в 1 мл, т. е. численность бактерий была несколько меньше. Возможно, что это связано с более слабым развитием фитопланктона, однако данных об этом пока еще не имеется.

Вода Рыбинского водохранилища отличается ма-

Таблица 2

Количество сапрофитных бактерий в 1 мл воды Рыбинского водохранилища в 1958 г. Среднее из двух посевов

№ станции	Глубина (в м)	9 и 10 V	22—24 V	10—12 VI	22—24 VI	4 и 5 VII	22—24 VII	6 и 7 VIII	22—23 VIII	23—25 IX	8—10 X	27—30 X
1	14.0	1065 390	510 485	480 350	75 205	115 80	590 445	140 —	335 175	120 —	155 —	525 —
2	17.5	890 1640	415 380	470 355	165 180	110 440	520 —	265 —	110 —	70 —	60 —	650 —
5	9.5	—	415 270	55 145	150 245	205 470	300 —	1790 —	80 85	70 —	—	245 —
6	11.0	—	125 105	395 205	130 1020	135 210	120 —	4110 —	125 170	340 —	190 —	365 —
7	8.0	—	765 440	745 550	70 150	165 360	105 265	9540 —	125 172	130 —	105 —	100 —
9	9.5	—	145 165	1075 1130	85 360	150 175	100 65	90 —	335 165	180 —	110 —	385 —

лым содержанием сапрофитных бактерий (табл. 2). Если откинуть период паводка, то количество сапрофитных бактерий в большинстве случаев колеблется в пределах 100—200 клеток в 1 мл, что характерно для весьма чистой воды. Единственное исключение составляют данные для 6 и 7 августа, когда в центре водохранилища было обнаружено 9540 клеток в 1 мл, а у Среднего Двора 4110 клеток. Полученные величины, по-видимому, правильны, так как посев производился в двух повторностях. Наименьшее количество сапрофитных бактерий было во второй половине сентября и начале октября.

Наши данные (табл. 2) хорошо согласуются с анализами В. И. Романенко (1959) по водоемам Северо-Двинского канала и резко отличаются от данных по Горьковскому (Крашенинникова, 1959) и Куйбышевскому (Салманов, 1959) водохранилищам, где численность сапрофитных бактерий была значительно более высокой.

#### ЛИТЕРАТУРА

Крашенинникова С. А. 1959. Бактериальное население Горьковского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, вып. 5.

Кузнецов С. И. 1958. Численность бактерий в Рыбинском водохранилище. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 1.

Разумов А. С. 1947. Методы микробиологических исследований воды. М.

Романенко В. И. 1959. Микробиологическая характеристика водоемов Северо-Двинского канала. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 4.

Салманов М. А. 1959. Микробиологическая характеристика Куйбышевского водохранилища. Микробиология, т. 28, вып. 2.

---



И. Н. ДЗЮБАН

# НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О МИКОБАКТЕРИЯХ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

В настоящей работе представлены некоторые данные о видовом составе и физиологических особенностях микобактерий волжских водохранилищ: Куйбышевского, Горьковского, Рыбинского, Угличского и Ивановского. Работа проводилась в навигацию 1957 г.

Водохранилище	Вид <i>Mycobacterium</i>	Количество выделенных штаммов			
		общее	не окисляющих углеводов	окисляющих	
				метан	солярное масло
Куйбышевское	hyalinum . . . . .	3	2	0	1
	lacticolum . . . . .	2	0	0	2
	phlei . . . . .	5	2	1	2
	brevicale . . . . .	1	1	0	0
	album . . . . .	4	0	0	4
	filiforme . . . . .	1	0	1	0
	bifidum . . . . .	1	1	0	0
	vadosum . . . . .	1	1	0	0
	luteum . . . . .	7	7	0	0
Горьковское	phlei . . . . .	4	2	0	2
	brevicale . . . . .	1	1	0	0
	album . . . . .	3	2	0	1
	vadosum . . . . .	3	2	0	1
	flavum . . . . .	4	1	1	2
	citreum . . . . .	2	2	0	0
Угличское	lacticolum . . . . .	4	0	0	4
	globiforme . . . . .	2	2	0	0
	olygonitrofilum . . . . .	2	0	0	2
Ивановское	hyalinum . . . . .	4	2	0	2
	lacticolum . . . . .	4	3	0	1
	phlei . . . . .	5	3	0	2
Рыбинское	hyalinum . . . . .	4	2	0	2
	lacticolum . . . . .	4	3	0	1
	phlei . . . . .	5	3	0	2
	album . . . . .	2	2	0	0
	vadosum . . . . .	2	2	0	0
	globiforme . . . . .	2	0	0	2
	flavum . . . . .	2	2	0	0
	citreum . . . . .	7	7	0	0
	rubrum . . . . .	1	1	0	0

Всего из воды волжских водохранилищ было выделено 87 штаммов микобактерий, которые нами отнесены к следующим видам: *Mycobacterium hyalinum* Sohn., *M. album* Sohn., *M. bitidum* Krass., *M. filiforme* Krass., *M. citreum* Krass., *M. luteum* Sohn., *M. flavum* Jens., *M. vadosum* Krass., *M. rubrum* Sohn., *M. brevicale* Krass., *M. globiforme* Conn., *M. oligonitrofilum* Conn., *M. convolutum* Gr. et Thorn., *M. salivarium* Krass., *M. phlei* Moel., *M. lacticolum* Gr. et Thorn. Большинство видов микобактерий обнаружено во всех водохранилищах Большой Волги, лишь некоторые формы были встречены в одном из них.

Что касается физиологических особенностей микроорганизмов этой группы, то половина из видов найденных микобактерий может усваивать минеральный азот и гидролизовать крахмал. Более половины всех видов обладает протеолитическим ферментом, и, очевидно, участвует в минерализации белковых веществ отмершего планктона. Рядом авторов (Нечаева, 1949; Бокова, 1954; Кузнецов и Телегина, 1954) была отмечена способность микобактерий окислять углеводороды.

В наших опытах проверялась способность выделенных штаммов окислять соляровое масло и метан. В первом случае для этого культуры микобактерий с мясо-пептонного агара пересеивались на жидкую минеральную среду Таусона (1950). В качестве органического вещества в пробирку добавлялась капля стерильного солярового масла. Посевы инкубировались 30 суток при комнатной температуре.

Для проверки способности микобактерий окислять метан культуры выращивались также на среде Таусона в вакуум-эксикаторе в атмосфере этого газа. Срок инкубации — 30 суток.

• В тех и других опытах контролем служили посевы, выращиваемые на минеральной среде без добавления метана и солярового масла.

Количество штаммов микобактерий, окисляющих метан, очень ограничено (см. таблицу): только три из них образовали пленки на минеральной среде. Микобактерии, окисляющие соляровое масло, распространены шире и встречаются во всех водохранилищах. Это свидетельствует еще об одной важной функции этих организмов: об их роли в процессах самоочищения водоема.

#### ЛИТЕРАТУРА

Бокова Е. Н. 1954. Окисление этана и пропана некоторыми видами микобактерий. Микробиология, т. 23, вып. 1.

Красильников Н. А. 1949. Определитель бактерий и актиномицетов. М.—Л.

Кузнецов С. И. и З. Н. Телегина. 1954. Некоторые данные по физиологии пропаноокисляющих бактерий. Микробиология, т. 23, вып. 1.

Нечаева Н. Б. 1949. Два вида микобактерий, окисляющих метан. Микробиология, т. 18, вып. 4.

Таусон В. О. 1950. Основные положения растительной биоэнергетики. М.—Л.

В. И. РОМАНЕНКО

## КРАТКАЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА р. ШЕКСНЫ И СЕВЕРО-ДВИНСКОГО КАНАЛА

Река Шексна является одним из основных водоисточников, пополняющих Рыбинское водохранилище. Непосредственно с ней связана система Северо-Двинского канала, проходящая через озера: Сиверское, Покровское, Зауломское, Вазерницкое, Кишемское, Благовещенское и Кубенское. Последнее из них является своего рода водохранилищем, питающим водой реки Сухону и Северную Двину. Озера эти различаются по своей трофике и по величине.

Преследуя цель иметь сравнительную характеристику микрофлоры этой водной системы, нами во время рейса экспедиционного судна «Ладoga» на Кубенское озеро 8—16 сентября 1958 г. был проведен ряд соответствующих анализов. Общее количество бактерий определялось подсчетом их на мембранных фильтрах по методу А. С. Разумова (1932), сапрофитные бактерии учитывались посевами на мясо-пентонный агар. Интенсивность фотосинтеза фитопланктона измерялась с помощью радиоактивного углерода  $C^{14}$  по методике Стимана Нильсена (Nilsen, 1952), видоизмененной Ю. И. Сорокиным (1958а).

В соответствии с этим к 250 мл исследуемой воды добавлялся 1 мл  $Na_2C^{14}O_3$  с удельной радиоактивностью около 2.0  $\mu Ci$ . Склянка с водой инкубировалась в аквариуме на палубе в течение суток, после чего фитопланктон из 100 мл воды отфильтровывался на мембранный фильтр. Радиоактивность органического вещества, образовавшегося в процессе фотосинтеза, определялась подторцовым счетчиком. Неорганические карбонаты удалялись обработкой фильтра 2—5%-м раствором соляной кислоты.

Определение хемосинтеза производилось с помощью изотопной методики, разработанной Ю. И. Сорокиным (1958б), в которую были внесены некоторые изменения. Опыты ставились в склянках из-под пенициллина объемом 10 мл. В них вносилось около 2—3 мл ила из самого поверхностного слоя и 0.5 мл радиоактивного изотопа  $Na_2C^{14}O_3$  с удельной активностью 0.4  $\mu Ci$ . Склянки заполнялись придонной водой так, чтобы под пробкой не оставалось пузырька воздуха и окисление метана, образующегося при распаде ила, шло лишь за счет кислорода придонного слоя воды. Наличие пузырька воздуха могло бы дать завышенные величины хемосинтеза в поверхностном слое ила.

Прозрачность воды определялась диском Секки.

По общему количеству бактерий исследуемые озера нерезко отличаются друг от друга (см. таблицу). В среднем их количество в озерах такое же, как в Рыбинском водохранилище, и колеблется в пределах 1—2 млн клеток в 1 мл поверхностного слоя воды. Значительно меньше бактерий было обнаружено в воде Сиверского озера, что находится в согласии

Микробиологическая и химическая характеристики поверхностного слоя воды и ила р. Шексны и водоемов  
Северо-Двинского канала

Водоем, место взятия пробы	Прозрач- ность по Семки (в см)	Глубина (в м)	Темпера- тура по- верхно- стного слоя воды	Содержа- ние O <sub>2</sub> (в мг/л)	Содержа- ние CO <sub>2</sub> (в мг/л)	Общее число бактерий (в млн/мл)	Количе- ство кле- ток сапро- фитов в 1 мл	Фотосин- тез (в г С под 1 м <sup>2</sup> за сутки)	Хемосинтез поверх- ностного слоя ила (в мг С под 1 м <sup>2</sup> за сутки)	
									горизонт	
									0—1 см	1—2 см
Рыбинское водохранилище:										
у Коприна . . . . .	120	13.0	13.8°	9.31	18.96	1.04	120	0.161	3.62	—
в центре . . . . .	85	—	13.3	8.85	14.52	1.82	60	0.107	0.94	—
Шекснинский отрог . . . . .	150	10.0	13.0	9.00	15.48	1.73	90	0.147	1.80	—
Река Шексна:										
у Череповца . . . . .	—	—	—	—	15.60	—	—	0.077	—	—
у д. Ирмы . . . . .	25	—	—	—	15.60	—	—	0.005	—	—
около плюза Ковжа . . . . .	40	—	—	—	16.20	3.80	470	0.015	—	—
ниже плюза Ниловицы . . . . .	30	—	—	—	15.12	—	—	0.009	—	—
перед входом в Северо-Двинский канал	25	—	—	—	15.12	2.64	320	0.018	—	—
Оз. Сиверское:										
центр . . . . .	140	23.5	12.3	9.31	19.68	0.60	90	0.061	3.28	—
южная часть . . . . .	140	9.0	—	10.10	19.68	0.68	110	0.087	0.98	0.50
Оз. Покровское . . . . .	90	4.0	10.3	9.78	19.44	1.04	160	0.124	3.10	2.54
Оз. Зауломское . . . . .	110	9.0	11.8	9.31	18.96	0.90	110	0.147	2.98	—
Оз. Вазерницкое . . . . .	100	7.5	10.3	9.62	24.36	1.62	150	0.123	4.10	2.60
Оз. Кшшемское . . . . .	170	3.5	10.2	10.24	24.32	1.70	390	0.154	1.76	1.00
Оз. Благоещенское . . . . .	160	2.5	—	—	24.08	2.55	150	0.148	1.28	—
Оз. Кубенское:										
у впадения р. Порозовицы . . . . .	140	2.9	10.2	10.10	18.60	1.53	160	0.095	2.16	0.50
у м. Шелин . . . . .	130	3.5	—	—	18.84	1.75	50	0.169	—	—
к северо-западу от устья р. Ельмы . . . . .	140	3.1	10.2	10.18	18.84	0.88	100	0.181	1.80	2.70
центр озера . . . . .	140	2.0	—	—	18.60	1.77	110	0.109	1.52	1.10
в устье р. Ельмы . . . . .	120	3.5	11.2	9.99	18.72	2.04	100	0.145	1.40	0.96
у истоков р. Сухоны . . . . .	130	3.0	9.8	10.24	17.88	2.80	100	0.115	3.26	0.92

с минимальной интенсивностью фотосинтеза, характеризующей этот водоем.

В противоположность Горьковскому и Куйбышевскому водохранилищам вся система северных озер характеризуется небольшим содержанием сапрофитных бактерий.

Суточная величина фотосинтеза в р. Шексне значительно ниже, чем в озерах, и, по-видимому, связана с очень малой прозрачностью воды, зависящей от постоянного взмучивания илистых частичек.

В большинстве проб хемосинтез наиболее интенсивно шел в самом поверхностном слое ила и уже на глубине 2 см заметно снижался. Таким образом, в расчете на 1 м<sup>2</sup> поверхности водоема величина фотосинтеза в водной массе почти в 100 раз больше, чем величина хемосинтеза в илу.

Содержание растворенного кислорода во всех водоемах было около 9—10 мг/л. Исключение составляло Сиверское озеро, в котором на глубине 20 м было отмечено наличие температурного скачка и содержание растворенного кислорода в придонном слое воды равнялось 1.3 мг/л.

#### ЛИТЕРАТУРА

Разумов А. С. 1932. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха. Микробиология, т. 1, вып. 2.

Сорокин Ю. И. 1958а. Первичная продукция органического вещества в водной толще Рыбинского водохранилища. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 3.

Сорокин Ю. И. 1958б. Роль хемосинтеза в продукции органического вещества в водохранилищах. Микробиология, т. 26, вып. 2.

Nilson E. S. 1952. The use of radioactive carbon (C<sup>14</sup>) for measuring organic production in the sea. Conseil permanent Intern. pour l'exploration de la mer. Journ. Conseil, vol. 18.

А. Д. ПРИЙМАЧЕНКО

К БИОЛОГИИ *MELOSIRA ITALICA* (EHR.) KÜTZ. В ВОЛГЕ  
И РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Чрезвычайно широкое распространение и большая роль *Melosira italica* (Ehr.) Kütz. в планктоне различных водоемов, в частности Волги и волжских водохранилищ, вызывает необходимость изучения биологии этого вида.

Задачей наших исследований было выяснить динамику развития *M. italica* в незарегулированных участках реки и в водохранилище. С этой целью, начиная с середины мая по ноябрь 1958 г., регулярно проводились сборы материала через каждые 10 дней в русле Волги, в районе Юрина (нижний бьеф Угличской гЭС) и через каждые 5 дней — в Волжском плесе Рыбинского водохранилища, в районе Коприна.

В районе Юрина на протяжении всего года имеются устойчивые стоковые течения, которые в районе Коприна в навигационный период могут сменяться ветровыми. По данным А. Н. Кренке (1958), скорости стоковых течений у Юрина всегда оказываются гораздо большими, нежели у Коприна. Распределение их по вертикали как в одном, так и в другом случае — обычное для рек.

Пробы воды для анализа отбирались батометром Рутнера с глубины от 0.5 до 1 м. Одновременно на поверхности и у дна измерялась температура воды. Проба объемом в 1 л концентрировалась методом фильтрации через предварительный мембранный фильтр. Дальнейшая обработка материала заключалась в определении общего количества и соотношения живых и мертвых клеток *M. italica*. При этом мы пользовались методом М. А. Кастальской-Карзинкиной (1937), который заключается в окраске водорослей 5%-м водным раствором эритрозина. На окрашенном таким способом материале, судя по форме протопласта, легко можно отличить клетки *M. italica*, бывшие живыми в момент фиксации, от уже отмерших.

В районе Юрина, как и в районе Коприна, *M. italica* присутствовала в течение всего периода исследования, но численность ее очень колебалась (см. таблицу). Как в одном районе, так и в другом в развитии *M. italica* наблюдались орошо выраженные максимумы в начале июня и в октябре—ноябре. Первые из них отмечались при температуре 15.6°, вторые — при температуре 4.2—9.1°. Это несоответствие становится понятным, если учесть, что на развитие водоросли температура оказывает влияние не изолированно, а в комплексе с другими факторами среды (освещенностью, мутностью, биогенными элементами, скоростью течения), соотношение которых в водоеме в разное время года весьма различно. Осенний максимум *M. italica* был значительно выше весеннего и продолжался более длительный срок. Наименьшее количество *M. italica* в планктоне было в августе.



Динамика численности *Melosira italica* (Ehr.) Kütz.

Дата	Волга у Юрина			Рыбинское водохранилище у Коприна		
	общее количество клеток (в тыс./л)	из них отмерших (в %)	температура	общее количество клеток (в тыс./л)	из них отмерших (в %)	температура
15 V	1520	5	8.2°	1128	7	8.4°
20 V	—	—	—	796	25	9.5
26 V	1110	4	14.4	1636	27	14.4
30 V	—	—	—	1650	25	16.4
5 VI	16640	48	15.6	5500	47	15.4
11 VI	—	—	—	1950	30	15.4
16 VI	740	25	15.0	780	22	14.9
20 VI	—	—	—	2168	20	14.8
25 VI	2470	8	17.4	560	0	18.0
30 VI	—	—	—	790	6	21.7
5 VII	500	0	19.5	800	0	20.6
10 VII	—	—	—	270	0	17.4
15 VII	1200	4	18.9	1160	0	19.4
19 VII	—	—	—	1730	0	18.2
26 VII	1680	20	20.3	1810	20	19.4
30 VII	—	—	—	1060	20	21.0
5 VIII	230	25	21.2	390	25	20.9
9 VIII	—	—	—	1020	25	20.0
15 VIII	1940	25	18.5	920	27	17.8
20 VIII	—	—	—	1250	22	17.0
25 VIII	950	26	17.0	1620	25	16.4
30 VIII	—	—	—	1040	23	17.0
5 IX	1780	21	15.9	2800	28	15.6
10 IX	—	—	—	2620	14	12.6
15 IX	5320	20	12.5	—	—	—
20 IX	—	—	—	2460	14	9.0
25 IX	4310	15	10.5	3300	18	9.4
30 IX	—	—	—	4172	39	9.4
6 X	22910	75	9.1	5814	57	8.6
10 X	—	—	—	3052	11	8.9
15 X	8570	15	9.4	4190	18	8.9
20 X	—	—	—	5808	23	8.4
25 X	8530	10	6.8	7524	27	6.6
30 X	12550	9	4.8	6720	5	4.2
5 XI	4720	10	4.2	6076	2	4.4
10 XI	2470	5	2.7	3100	10	2.2
21 XI	1330	2	0.8	1090	5	0.6

Присутствие *M. italica* в планктоне в продолжение всего периода наших исследований, когда температура воды колебалась в пределах 0.5—22°, свидетельствует о большой эвритермности этого вида. Температурный оптимум *M. italica*, судя по изменению ее численности на протяжении вегетационного периода, находится в пределах сравнительно низких температур.

Изменение общей численности *M. italica* в обоих пунктах наших наблюдений происходило примерно одинаково. Абсолютное же количество этой водоросли в районе Юрина было выше, чем у Коприна. Особенно большая разница отмечалась в периоды максимального развития *M. italica*, когда численность ее в районе Юрина превышала численность у Коприна более чем в 3 раза.

Большую часть вегетационного периода в планктоне преобладали живые клетки *M. italica*, и только в нескольких случаях был значительный процент мертвых. Особенно большое количество последних было отмечено в начале июля и начале октября, что совпадало с периодом весеннего

и началом осеннего максимума развития этого вида. В первом случае количество мертвых клеток как у Коприна, так и у Юрина составляло около половины общего количества. Во втором случае несколько больше половины было в районе Коприна и 75% в районе Юрина.

Различное соотношение живых и мертвых клеток *M. italica* в разные сезоны является, по-видимому, следствием неодинаковой интенсивности их отмирания, что несомненно представляет интерес и требует дальнейших исследований.

В численности живых клеток *M. italica* также наблюдается весенний и осенний максимум. Весенний по времени совпадает с максимумом общего количества этой водоросли, осенний — сдвигается в сторону более низких температур (см. таблицу). В районе Юрина максимальное количество живых *M. italica* осенью наблюдалось при температуре 4.8—6.8°, а в районе Коприна — при температуре 4.4—6.6°. Следует отметить, что в этот период в обоих пунктах количество мертвых клеток *M. italica* было весьма незначительным.

Изложенное выше хорошо совпадает с данными опытов В. Роде (Rodhe, 1948), на основании которых он установил, что при определенной комбинации температуры с освещенностью развитие *Melosira islandica* subsp. *helvetica* O. Müll. идет по-разному. Оптимальной температурой оказывается 5° при освещенности 1700 лк. Температура 10—15° при той же освещенности вызывает быстрый, но патологический рост водоросли, который вскоре прекращается, и клетка отмирает. Аналогичные явления, вероятно, имеют место и в нашем случае, когда весной и осенью в планктоне наблюдалось большое количество мертвых клеток *M. italica*.

#### ЛИТЕРАТУРА

К а с т а л ь с к а я - К а р з и н к и н а М. А. 1937. Методика определения живых и отмерших компонентов планктона на фиксированном материале. Тр. Лимнолог. ст. в Косине, вып. 21.

К р е н к о А. Н. 1958. Материалы по течениям Рыбинского водохранилища. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 3.

R o d h e W. 1948. Temperature and light as factors for the growth and annual periodicity of plancton algae. Symb. bot. upsalienses, vol. 10, fasc. 1.



Т. Л. ПОДДУБНАЯ

## ОБ АУТОТОМИИ И РЕГЕНЕРАЦИИ У ТУБИФИЦИД

Явление регенерации тубифицид на примере *Tubifex rivulorum* Lamarck (= *tubifex* Müller) и *Limnodrilus claparedeanus* Ratzel, по данным Стефенсона (Stephenson, 1930) и М. А. Воронцовой и Л. Д. Лизнер (1957), подробно исследовалось рядом авторов. Однако сведения об аутотомии, т. е. о произвольном отбрасывании частей тела, в литературе отсутствуют. Правда, В. В. Изосимов (1940) пишет, что из олигохет «легче всего регенерируют водные олигохеты, что стоит в связи со способностью многих форм к аутотомии», но он не указывает, какие именно формы обладают этой способностью, имеющей приспособительное значение, так как аутотомия позволяет животному сохранить жизнь ценой потери части тела.

Нам пришлось наблюдать ясно выраженную аутономию с последующей регенерацией у *Limnodrilus nevaensis* Mich., одной из массовых форм тубифицид Рыбинского водохранилища. Этот червь, произвольно отбрасывающий задний конец тела, настолько чувствителен к механическому раздражению, что производит отбрасывание даже при малейшем прикосновении пинцетом. Отделение совершается в результате характерного резкого изгиба тела червя и сокращения мускулатуры в месте разрыва. Отброшенный конец по длине составляет, как правило, четвертую или пятую часть от общей длины тела. С потерей хвостового конца червь утрачивает находящуюся там зону роста, за счет которой формируются новые сегменты.

Тем не менее хвостовой отдел регенерирует. Происходит это благодаря образованию на месте разрыва маленького прозрачного придатка конической формы, который примерно через неделю разделяется внутри двумя-тремя септами и становится похожим на обычные сегменты, но имеет меньшую ширину. Так возникает новая зона роста. Через месяц после нанесения травмы регенерирующий конец имеет от 35 до 40 сегментов. При этом процесс восстановления протекает довольно легко только у молодых, неполовозрелых и начинающих созреть червей. Особи, близкие к половозрелости и половозрелые, утрачивают способность к регенерации хвостового отдела. Не имеют ее и черви, только что вышедшие из коконов. Один и тот же червь может восстанавливать утраченный хвостовой конец тела несколько раз. Так, Мюллер (цит. по Stephenson, 1930) указывает, что *T. rivulorum* может восстанавливать хвост после 33—40 последовательных ампутаций. Нам же приходилось наблюдать у *L. nevaensis* повторную регенерацию 6 раз, но и шестикратная регенерация у этого вида, видимо, не является пределом.

Разрыва не происходит, если раздражитель касается головной или средней части тела червя.

При отделении 9—10 передних сегментов головной конец не восстанавливается. Однако в одном случае был обнаружен червь с явно регене-

рирующим головным концом, в котором оказалось 5 сегментов вместо обычных 10. Количество щетинок на них было нормальным (от 4 до 6 в пучке), но сами сегменты имели меньшую ширину. У *L. claviger*, по данным Крекера (Krecker, 1910), после удаления семи или более передних сегментов головной конец не восстанавливается совсем. Когда же он регенерирует, то более полутора сегментов не образуется.

Регенерация хвостовых концов тела у *L. nevaensis* может быть аномальной. Так, в одной из проб был встречен экземпляр с двумя хвостами. Подобные уродства отмечались ранее только в эксперименте. Например, Мюллером (цит. по Stephenson, 1930) описаны *Lumbriculus variegatus* Müller с двураздельным хвостом и *T. rivulorum* с трехраздельным. По сообщению Стефенсона (Stephenson, 1930), Морган предполагает, что аномалия может быть вызвана повреждением брюшной нервной цепочки.

Широко распространенное явление аутономии у *L. nevaensis* — формы, крупной и составляющей основу биомассы тубифицид в волжских водохранилищах, — необходимо иметь в виду при количественной обработке бентосных проб. Именно аутономией объясняется давно замеченное нами явление, что при самой осторожной промывке грунта, взятого дночерпателем, и немедленной разборке промытой пробы целые особи *L. nevaensis* все же отсутствуют. Почти у всех червей хвостовые концы оказываются отделенными. У некоторых особей отрывается еще и участок тела, лежащий перед аутономизированным хвостовым концом, причем количество таких обрывков увеличивается при неосторожной промывке. Общий вес отброшенных частей тела составляет, по нашим данным, около 28% от общего веса червей. В случае неполной выборки обрывков при разборке промытого грунта получают явно заниженные показатели биомассы.

#### ЛИТЕРАТУРА

В о р о н ц о в а М. А. и Л. Д. Л и о з н е р. 1957. Бесполое размножение и регенерация. М.

И з о с и м о в В. В. 1940. Руководство по зоологии, т. II. М.—Л.

К р е к е р F. H. 1910. Some phenomena of regeneration in *Limnodrilus* and related forms. Ztschr. wiss. Zool., Bd. 99.

S t e p h e n s o n J. 1930. The Oligochaeta. Oxford.

---

Л. М. МАЛОВИЦКАЯ

## О НАХОЖДЕНИИ EURYTEMORA LACUSTRIS (PORRE) В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Как указывает В. М. Рылов (1927), для водоемов северной части и северных районов средней части России характерен пелагический комплекс копепод, включающий в себя четыре вида, а именно: *Diaptomus gracilis* G. Sars, *D. graciloides* Lill, *Heteroscore appendiculata* G. Sars и *Eurytemora lacustris* (Porre). Для Рыбинского водохранилища до сих пор из этого комплекса было известно только три первых вида, причем диаптомусы встречались здесь в значительных количествах. Однако в последние годы был найден и четвертый вид — *E. lacustris*.

Впервые один экземпляр названного рачка был найден Е. Ф. Мельниковым в 1956 г. В 1958 г. представители этого вида на разных стадиях развития были обнаружены нами уже в пяти пунктах Моложского плеса и в западной части Центрального плеса. Рачок попадался в большой планктоночерпатель Вовка на глубине от 2 до 8 м, преимущественно в придонных слоях. Численность его на этих станциях достигала 200 экз./м<sup>3</sup>.

*E. lacustris* обитает главным образом в озерах северных областей европейской части СССР, но, поскольку она найдена в Ладожском озере (Скориков, 1910) в оз. Селигер (Рылов, 1927) и даже однажды в Волге у Саратова (Бенинг, 1919), нахождение ее в Рыбинском водохранилище нельзя считать неожиданным. Интересно, однако, что, несмотря на ведущиеся уже много лет (с 1946 г.) исследования зоопланктона этого водохранилища, *E. lacustris* до сих пор не была в нем найдена. Очевидно, в настоящее время область распространения этого вида расширяется, и, возможно, он появится в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах, где пока отсутствует.

Можно предположить, что в Рыбинском водохранилище *E. lacustris* могла проникнуть либо с запада (из верховий Волги), либо с севера (через р. Шексну) и что в дальнейшем она будет найдена также в Ивановском водохранилище и в Белом озере. Вероятно, ее следует искать в сборах придонными орудиями лова, так как, по мнению А. А. Бенинга (1919), она предпочитает придонные слои (что подтверждается и нашими сборами) и поэтому в обычные планктонные орудия лова попадает редко.

### ЛИТЕРАТУРА

- Бенинг А. И. 1919. Заметка о видах рода *Heteroscore* и *Eurytemora* в бассейне р. Волги. Раб. Волжск. биол. ст., т. 5, № 3. Саратов.  
Рылов В. М. 1927. К познанию фауны Еускорепода некоторых водоемов Олонецкого края. Тр. Олонецк. научн. экспед., ч. VI, Зоология, вып. 3. Л.  
Скориков А. С. 1910. Зоологические исследования Ладожской воды как питьевой. СПб.

А. В. МОНАКОВ

## О ЗИМОВКЕ MESOCYCLOPS LEUCKARTI CLAUS В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Среди летних циклопид Рыбинского водохранилища *Mesocyclops leuckarti* Claus по численности занимает одно из первых мест. Приуроченность этого вида к теплоте времени года отмечал Хербст (Herbst, 1951, 1955), проводивший работы на Пленском озере (Германия). По его данным, *M. leuckarti* регулярно встречался в планктонных пробах с конца марта по ноябрь. Клейн (Klein, 1938) также указывает, что этот вид в некоторых озерах Германии характерен только для летнего планктона и отсутствует в зимний период.

В Рыбинском водохранилище *M. leuckarti*, появляясь в планктоне вскоре после вскрытия водоема, встречается в массе в течение всего вегетационного периода. Осенью, после значительного похолодания, численность его резко снижается, а ко времени ледостава этот рачок полностью выпадает из состава планктона.

Впервые на способность *M. leuckarti* перезимовывать в копеподитных стадиях указал Е. В. Боруцкий (1950), занимавшийся вертикальным распределением некоторых планктонных рачков в Белом озере в Косине. Тем не менее до появления работ С. Н. Уломского (1953, 1957) и Фрайера и Смайли (Frueg, Smuly, 1954) вопрос о том, в каком состоянии зимуют циклопы, оставался неясным.

Фрайер и Смайли, исследуя профундаль английских озер, обнаружили в иловых отложениях большое количество копеподитов *M. leuckarti*, находящихся в анабиотическом состоянии. Абдомен таких рачков подогнут к тораксу, плавательные ноги вытянуты вперед, антенны направлены вдоль туловища. Принесенные в лабораторию рачки при температуре 2° не проявляли признаков жизни, но при повышении температуры постепенно выходили из состояния покоя.

С. Н. Уломский обнаружил в пелогене многих уральских озер копеподитов этого рачка в активном состоянии. По его мнению, температура пелогена в 4—5° тормозит развитие организмов, задерживает их рост, но не приводит к анабиозу.

Для того чтобы выяснить, в каком состоянии перезимовывает *M. leuckarti* в Рыбинском водохранилище, нами в январе 1958 г. был проведен специальный рейс в центральную часть водоема. Материал собирался на 10 станциях дночерпателем Экмана—Берджа 1/25 м<sup>2</sup>. Параллельно проводились сборы планктона планктонной сетью. Результаты обработки сборов сведены в таблицу.

Только на трех станциях из десяти были встречены копеподиты (V стадия) *M. leuckarti* в активном состоянии. Их размеры колебались в пределах 0.7—0.9 мм. Приводимые данные с достаточной очевидностью свидетельствуют, что наличие в пелогене циклопов в значительной мере опре-

Встречаемость *Mesocyclops leuckarti* в грунтах Рыбинского водохранилища зимой 1958 г.

Условия среды	Станции									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Снеговой покров (в см) . . . . .	12	10	18	18	8	18	15	12	12	23
Толщина льда (в см) . . . . .	65	52	58	51	62	69	60	50	70	52
Глубина нахождения (в м) . . . . .	3.5	12	6.9	16	8.5	6.8	6.5	3.5	1.5	13
Температура верхнего слоя грунта . . . . .	2.8°	0.05°	2.4°	2.3°	1.4°	1.4°	0.9°	1.3°	0.6°	2.4°
Характер грунта	Почва с растительными остатками.	Торфяни- стый ил.	Почва за- иленная.	Темно-се- рый ил.	Торфяни- стый ил.	Плотная почва.	Плотная почва.	Или- стый песок.	Или- стый песок.	Серый ил.
Содержание O <sub>2</sub> (в мг/л) . . . . .	7.5	9.6	14.0	10.3	10.4	—	14.0	12.8	13.0	6.4
Численность ко- пеподитов в грунте (в экз./м <sup>2</sup> ) . . . . .	Не встре- чены.	Не встре- чены.	Не встре- чены.	4375	937	Не встре- чены.	Не встре- чены.	Не встре- чены.	Не встре- чены.	2187

деляется характером грунта и его температурой. На станциях, расположенных на плотных или слабо заиленных почвах и илистых песках, *M. leuckarti* не был встречен. Станции, расположенные на заиленных участках водохранилища, каковыми являются бывшие русла рек и пойменные озера, служат местом, где циклопы проводят зиму в активном состоянии, не впадая в анабиоз. Анализ планктонных проб показал отсутствие в них *M. leuckarti*. Температура грунта, в котором были встречены копеподиты этого рачка, колебалась от 1.4 до 2.4°. В районе затопленного города Мологи (станция 2) — на затопленном русле Волги, несмотря на большую глубину и богатство иловых отложений, циклопы не были обнаружены (температура ила в этом участке была равна 0.05°).

Для того чтобы проверить, не объясняется ли отсутствие циклопов в грунте возможностью их недоучета, небольшие порции ила, собранные на всех станциях, были помещены в кристаллизаторы с фильтрованной водой и оставлены на 10—12 дней при комнатной температуре. После этого пробы просматривались по частям под биноклем. Ни в одной из них, исключая пробы со станций 4, 5 и 10, на которых циклопы были встречены в активном состоянии, копеподиты *M. leuckarti* не были обнаружены.

Тщательный просмотр всех проб показал отсутствие в них копеподитов в анабиотическом состоянии, в котором их находили Фрайер и Смайли.

Из вышесказанного следует, что в Рыбинском водохранилище *M. leuckarti* проводит зиму в активном состоянии.

Наблюдения Везенберг-Лунда (Wesenberg-Lund, 1939) над многими планктонными циклопами и диаптомидами показали, что, как правило, поколения, народившиеся осенью, перезимовывают и достигают половозрелости лишь весной. Это положение оказывается справедливым и по отношению к *M. leuckarti* Рыбинского водохранилища, который здесь,



как и в уральских озерах, зимует в активном состоянии в целогене, несмотря на то, что температура илов Рыбинского водохранилища значительно ниже таковой уральских озер. Однако, по данным Т. Н. Курдиной (1958), отдельные участки Рыбинского водохранилища (например, Переборский залив) вообще отличаются сравнительно высокими придонными температурами (до  $4^{\circ}$ ), а температура илов в этих местах, очевидно, еще выше. По данным этого автора, в начале февраля на русловых станциях и Моложском плесе (при незначительной проточности) придонные температуры колеблются в пределах  $2.4-2.9^{\circ}$ . Волжский плес, исключая Переборский залив, характеризуется наиболее низкими придонными температурами вследствие сильной проточности, вызываемой работой Угличской и Рыбинской гЭС.

Приуроченность *M. leuckarti* к местам, богатым иловыми отложениями, где наблюдаются повышенные придонные температуры, позволяет нам наметить участки вероятных скоплений зимующих копепоидов этого цикла. Такими районами в Моложском и Шекснинском плесах, а также в центральной части водохранилища должны быть глубинные заиленные участки русел затопленных рек и затопленные пойменные озера и старицы; в Волжском плесе таким участком является Переборский залив. Такие районы служат своего рода убежищами, где в течение зимы сохраняются запасы циклопид. Это в свою очередь в значительной мере определяет неравномерность распределения *M. leuckarti* весной, когда его копепоиды поднимаются в толщу воды, заканчивают свой метаморфоз и приступают к размножению.

#### ЛИТЕРАТУРА

Б о р у ц к и й Е. В. 1950. Сезонное вертикальное распределение планктонных Copepoda в толще водной массы Белого озера в Косине по отдельным стадиям развития. Зоол. журн., т. 29, вып. 2.

К у р д и н а Т. Н. 1958. Температура воды в Рыбинском водохранилище и ее динамика. Тр. Биол. ст. «Борок», вып. 3.

У л о м с к и й С. Н. 1953. Новое в экологии некоторых видов веслоногих ракообразных (Copepoda) *Mesocyclops leuckarti* (Claus). ДАН СССР, т. 90, № 2.

У л о м с к и й С. Н. 1957. Мезобентос целогена Уральских озер. Изв. ВНИОРХ, т. 39.

F r y e r G., W. J. P. S m y l y. 1954. Some remarks on the resting stages of some freshwater Cyclopoid and Harpacticoid Copepods. Ann. a. Mag. Nat. Hist., ser. 12, vol. 7, № 73.

H e r b s t H. 1951. Ökologische Untersuchungen über die Crustaceenfauna Südschleswigscher Kleingewässer mit besonderer Berücksichtigung der Copepoden. Arch. Hydrobiol., Bd. 45, H. 2.

H e r b s t H. 1955. Untersuchungen zur quantitativen Verteilung des Zooplanktons im Grossen Plöner See. Arch. Hydrobiol., Bd. 50, H. 2.

K l e i n H. 1938. Limnologische Untersuchungen über das Crustaceenplankton des Schleinesees und zweier Kleingewässer. Intern. Rev. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph., Bd. 37.

W e s e n b e r g - L u n d C. 1939. Biologie der Süßwassertiere. I. Wirbellose Tiere. Jena.

Э. Д. МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКАЯ

# О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПАРТЕНОГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ BYTHOTREPHERES

Партеногенетическое размножение рода *Bythotrephes* (отряд Branchiopoda, подотряд Cladocera, сем. Polyphemidae) до сих пор изучено недостаточно вследствие плохой выживаемости его представителей в лабораторных условиях. В литературе по этому вопросу имеются только краткие сообщения, опубликованные нами (Мордухай-Болтовская, 1957, 1958). В настоящем сообщении изложены результаты наблюдений над партеногенетическим размножением *Bythotrephes* в различных температурных условиях.

Рачки содержались в небольших сосудах при температуре от 9 до 27°. Методика их содержания изложена в упомянутых статьях. Из 552 подопытных рачков 261 родился в лаборатории от самок, пойманных в Рыбинском водохранилище. Из этого числа только 20 новорожденных созрели и дали потомство. Зависимость продолжительности развития *Bythotrephes* от температуры, а также влияние термических условий на длительность периода между двумя приплодами представлены в следующей таблице.

Влияние температуры на развитие и созревание *Bythotrephes*. Средние данные

	Температура												
	10°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°
Продолжительность развития до созревания (в днях) . . . . .	23	—	—	15	14	9	11	10	8	9	—	—	7
Длительность периода между двумя приплодами у разных рачков (в днях) . . . . .	—	11	12	11	8	7	7	6	6	5	5	4	—

Примечание. Температурные данные округлены до градуса.

При температуре от 9 до 11° содержались 79 рачков, созрели же и через 23 дня дали потомство только две самки, причем вторая самка была из внучатого поколения первой. Минимальный срок созревания битотрефеса — 6 дней — отмечен при температуре 25—27° (один случай). Наибольшее число приплодов *Bythotrephes* дает при температуре от 17 до 21°. Длительность периода между двумя соседними приплодами также укорачивается с повышением температуры. Время, протекающее с момента

рождения самки до отрождения ею молоди, и длительность периода между соседними приплодами у битотрефеса, как и у лептодоры (Мордухай-Болтовская, 1957), с повышением температуры могут сокращаться приблизительно в 3 раза.

#### ЛИТЕРАТУРА

Мордухай-Болтовская Э. Д. 1957. О партеногенетическом размножении *Leptodora kindtii* Focke и *Bythotrephes Leydig*. ДАН СССР, т. 112, № 6.

Мордухай-Болтовская Э. Д. 1958. Предварительные данные по питанию хищных клadoцер *Leptodora kindtii* и *Bythotrephes*. ДАН СССР, т. 122, № 4.

---



О. А. ГОМАЗКОВ

## О РОЛИ ДЕТРИТА В ПИТАНИИ ЛЕЩА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Лещ — типичный бентофаг, однако в различные сезоны и в разных водоемах состав его корма значительно варьирует. При отсутствии или недостатке тендипедид — излюбленной пищи леща — он может переходить на питание другими, менее ценными, кормовыми объектами.

Бентос Рыбинского водохранилища, по данным Ф. Д. Мордухай-Болтовского (1958), характеризуется чрезвычайной бедностью. Очевидно, с этим связан исключительно медленный темп роста и созревания рыбинского леща (Остроумов, 1955), у которого период интенсивного питания и роста (май—июль) совпадает с вылетом тендипедид, вследствие чего биомасса последних в бентосе значительно уменьшается (Шилова, 1958).

Исследуя питание леща Рыбинского водохранилища, Т. С. Житенева показала, что в кишечниках рыб в указанный период наряду с моллюсками, олигохетами и тендипедами обнаруживаются значительные количества детрита. Лещ Угличского и Иваньковского водохранилищ в этот период переходит на питание олигохетами и моллюсками, в то время как возможности рыбинского леща более ограничены в силу бедности бентоса (Житенева, 1958а; 1958б). Автор ставит вопрос: «Потребляется ли детрит лещом как корм, или он механически заглатывается во время поисков животного корма?».

По вопросу о пищевой ценности детрита мнения разных авторов расходятся. Б. Б. Богословский и С. Д. Муравейский (1955) определяют детрит как составную часть сапропеля — «аморфную массу, богатую жировыми, белковыми и воскообразными веществами». На сравнительно большое содержание в детрите жировых и воскообразных веществ указывал также В. Л. Омелянский (1925).

Однако большинство авторов приводит данные, свидетельствующие о низкой пищевой ценности детрита. Следует, очевидно, различать детрит водный и детрит донный, состав и пищевая ценность которых вследствие вымывания и бактериального распада неодинаковы. Многочисленные анализы илов показывают очень малые количества органических веществ, доступных для усвоения животным организмам (Дексбах, 1934; Кузнецов, Сперанская, Коншин, 1939; Шабарова, 1955). Правда, состав детрита в различных водоемах и даже в одном водоеме, но в разные сезоны, сильно варьирует и определяется развитием и отмиранием планктонных, донных, прибрежных животных и растительных организмов. Но, как правило, органическое вещество ила (детрит) находится в трудно доступной для животных организмов форме. Н. Т. Шабарова (1950) показала, что количество растворимого азота в сапропеле илов незначительно. Белковые вещества, содержащиеся в иле, не извлекаются обычными методами.

Расщепление этих белков пепсином и трипсином дает лишь 4—6% от общего азота, или 0.03—0.2% от сухого веса ила.

Ю. И. Сорокиным (1958) было произведено исследование химического состава грунтов и микрофлоры Рыбинского водохранилища. Анализ проб ила тех мест, где обычно питается лещ (станции 1, 4, 76 — участки Волжского плеса), показал очень низкие цифры содержания органического вещества (2.3—5.7% от общего сухого веса), из которого основная масса приходится на неусвояемый лигнино-гумусовый комплекс (62—69%). С этими данными согласуются результаты наших совместных с А. В. Ананичевым<sup>1</sup> анализов детрита, собранного в различных участках некоторых волжских водохранилищ. Судя по этим результатам, трудно говорить о каком-либо пищевом значении детрита для леща.

Е. В. Боруцкий (1950), изучая питание амурских детритофагов, также пришел к выводу о низкой пищевой ценности детрита и о незначительном проценте усвоения этого корма рыбами. «Становится понятным, — пишет этот автор, — почему подуст в бассейне Амура обладает очень плохим темпом роста и плохой упитанностью. Какое колоссальное количество грунта должен пропустить подуст через свой кишечник, чтобы получить достаточное количество питательных веществ!».

Этот вывод в полной мере приемлем и для рыбинского леща. Однако в отличие от детритофага подуста, у которого пищеварительный тракт приспособлен к перевариванию детритного корма, лещ является типичным бентофагом. Для него детрит следует рассматривать как пищу случайную. Поэтому вряд ли справедливо говорить о переходе леща в летний период на питание детритом. По нашему мнению, можно лишь ставить вопрос о том: каков характер заглатывания детрита лещом — случайный или необходимый?

Е. Ф. Еремеева (1948) пишет: «Лещ непрерывно всасывает с поверхности грунт дна и выплевывает то, что ему не нужно для питания». Можно предположить, что при недостатке корма лещ менее тщательно выбирает пищу и заглатывает вместе с кормом иловые массы.

С этой точки зрения становится интересным рассмотрение в детрите компонентов, относящихся к группе биологически активных веществ. В статье А. В. Ананичева (см. стр. 37) приводятся данные по содержанию витамина В<sub>12</sub> и основных микроэлементов в детрите Рыбинского, Угличского и Ивановского водохранилищ. Упомянем также данные О. Баудиша (1936), исследовавшего каротиноиды в планктонном иле «гиттия», и работу Фокса (Fox, 1950), доказавшего усвоение ксантофиллов и каротиноидов детрита некоторыми донными беспозвоночными. Эти данные указывают на новые стороны изучения питания бентоядных и детрито-ядных рыб.

Рассмотрение этого вопроса будет неполным, если упустить бактериальную характеристику детрита. Детрит, принимаемый для многих групп донных и планктонных беспозвоночных за основной источник питания, содержит огромные скопления бактерий. Поэтому в последнее время все чаще высказывается мнение, что невозможно оценить роль детрита как пищевого фактора без выключения бактерий (Салимовская-Родина, 1940; Гаевская, 1948; Жукова, 1954).

Е. В. Боруцкий (1950) также предполагает, что в питании детрито-ядных рыб значительную роль должны играть бактерии. В связи с этим особый интерес приобретают данные Ю. И. Сорокина о микрофлоре илов Рыбинского водохранилища, которые показывают, что биомасса бактерий во много раз превышает биомассу бентоса. Следует предположить, что

<sup>1</sup> См. его статью в настоящем номере (стр. 37).

в условиях обедненной бентофауны микрофлора может играть известную роль в питании бентоядных рыб, в данном случае леща. Этот вопрос совсем не исследован и представляет несомненный интерес.

Таким образом, детрит, несмотря на свою низкую пищевую ценность, является концентратом биологически активных веществ, микроэлементов, бактерий и играет, очевидно, большую роль в цепи превращений, происходящих в водоеме, чем это можно было предполагать ранее.

#### ЛИТЕРАТУРА

Б а у д и ш О. 1936. О содержании каротиноидов в планктонном иле «гиттия». Физиолог. журн., т. 21, вып. 5—6.

Б о г о с л о в с к и й Б. Б., С. Д. М у р а в е й с к и й. 1955. Очерки по озераведению. М.

Б о р у ц к и й Е. В. 1950. Материалы о питании амурского подуста (*Xenopsargis macrolepis* Bloeker). Тр. Амурск. ихтиолог. экспед. 1945—1949 гг., т. 1. М.

Г а е в с к а я Н. С. 1948. Трофологическое направление в гидробиологии. В сб.: Памяти акад. С. А. Зернова, Л.

Д е к с б а х Н. К. 1934. О химическом составе илов некоторых озер Московской обл. Тр. Сапроп. инст. АН СССР, т. 1.

Е р е м е е в а Е. Ф. 1948. Строение ротового аппарата леща, воблы и сазана. В сб. «Морфологические особенности, определяющие питание леща, воблы и сазана на всех стадиях развития», М.—Л.

Ж и т е н е в а Т. С. 1958а. О питании леща Рыбинского водохранилища. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 3.

Ж и т е н е в а Т. С. 1958б. О питании леща в Угличском и Ивановском водохранилищах. Бюлл. Инст. биол. водохр., АН СССР, № 2.

Ж у к о в а А. И. 1954. Значение микроорганизмов в питании *Negeis succinea* Каспийского моря. Микробиология, т. 23, вып. 1.

К у з н е ц о в С. И., Т. А. С п е р а н с к а я, В. Д. К о н ш и н. 1939. Состав органического вещества в иловых отложениях различных озер. Тр. Лимнолог. ст. в Косине, т. 22.

М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1958. К вопросу о продуктивности Рыбинского водохранилища. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 3.

О м е л я н с к и й В. Л. 1925. Заметки о сапропеле. Изв. Сапроп. ком. АН СССР, вып. 2.

О с т р о у м о в А. А. 1955. О возрастном составе стада и росте леща в Рыбинском водохранилище. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 2.

С а л и м о в с к а я - Р о д и н а А. Г. 1940. Бактерии и дрожжевые грибки как пища для *Cladocera* (*Daphnia magna*). ДАН СССР, т. 29, № 3.

С о р о к и н Ю. И. 1958. Микрофлора и химический состав грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 3.

Ш а б а р о в а Т. Н. 1950. Азотистые вещества сапропелей. Тр. Сапроп. лабор. АН СССР, вып. 4.

Ш а б а р о в а Т. Н. 1955. Биохимический состав глубоководных иловых отложений (грунтов океана). Биохимия, т. 20, вып. 2.

Ш и л о в а А. И. 1958. О сроках вылета и количестве генераций *Tendipes plumosus* L. в Рыбинском водохранилище. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 1.

Ф о х D. 1950. Comparative metabolism of organic detritus by inshore animals. Ecology, vol. 31, № 1.

О. А. ГОМАЗКОВ

## О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПИЩЕВАРЕНИЯ НАЛИМА

Биология налима отличается своеобразием сезонного цикла — основные процессы его жизнедеятельности (питание, нерест) приурочены к осенне-зимним месяцам. В летний период, наоборот, в отличие от большинства рыб, наблюдается пониженная активность: налим прячется в укромных местах и почти не питается (Маркун, 1936; Мельянцев, 1946; Сергеев, 1959).

Известно, что повышение температуры среды вызывает у рыб ускорение пищеварительных процессов (Scheuring, 1928; Марголин, 1940; Бризинова, 1953). Но пищеварение налима с этой точки зрения не изучалось. Поэтому исследование интенсивности пищеварения данного вида при низких и высоких температурах представляет несомненный интерес.

Пищеварение налима изучалось нами по данным визуального, весового и химического анализов при температуре воды 1—2° (зимой), 9—10° (осенью) и 20—22° (летом). Исследование проводилось в лабораторных аквариумах и в садках на водохранилище. Рыбам искусственно скармливались караси. Через определенные сроки налимы забивались, и содержимое пищеварительного тракта подвергалось исследованию.

Общая картина пищеварения. Налим переваривает пищу в течение длительного срока. При этом с повышением температуры до известного предела интенсивность пищеварения возрастает. Однако в последующем, при температурах, свойственных летнему периоду, пищеварение почти прекращается. Анализ рис. 1 показывает, что в первые дни процессы гидролиза и усвоения пищи при 1 и 10° протекают примерно одинаковыми темпами (62 и 56% за 2 суток). Но в последующем при 1° переваривание заметно тормозится. Весьма характерен заключительный этап пищеварения — чем интенсивнее процесс, тем короче этот период: при 20° 1.5% пищи переваривается за 4 суток, при 1° — 16% за 4 суток, при 10° — 30% за 3 суток. На основании этих сравнительных данных создается косвенное представление об активности ферментов и моторике пищеварительного тракта при разных температурах.

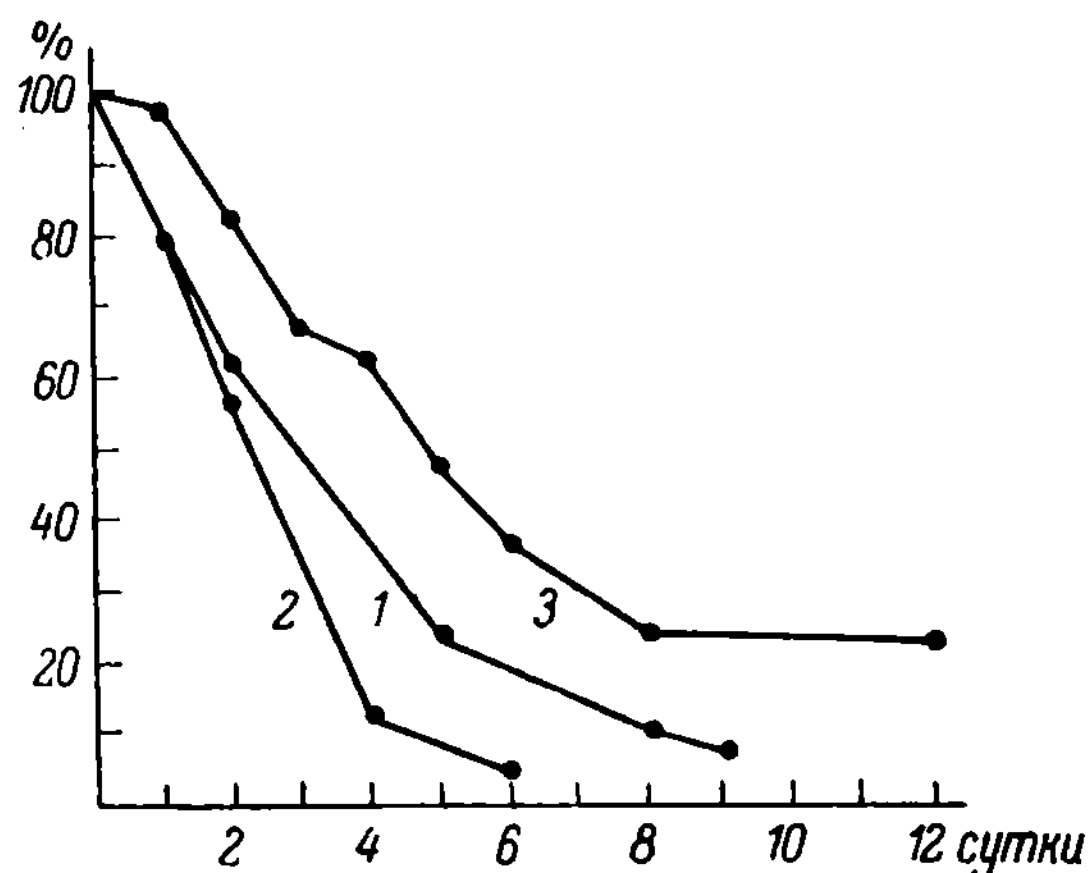


Рис. 1. Содержание химуса (в %) в пищеварительном тракте налима при различной температуре.

1 — при 1°; 2 — при 10°; 3 — при 20°.

Таким образом, если у большинства теплолюбивых рыб скорость пищеварения возрастает с увеличением температуры в широких пределах — от 5 до 25° (Бризинова, 1953), то налимом в этом отношении характеризуется довольно узким диапазоном температур. В этом проявляются приспособительные физиологические механизмы, тесно связанные со специфической жизнедеятельностью налима.

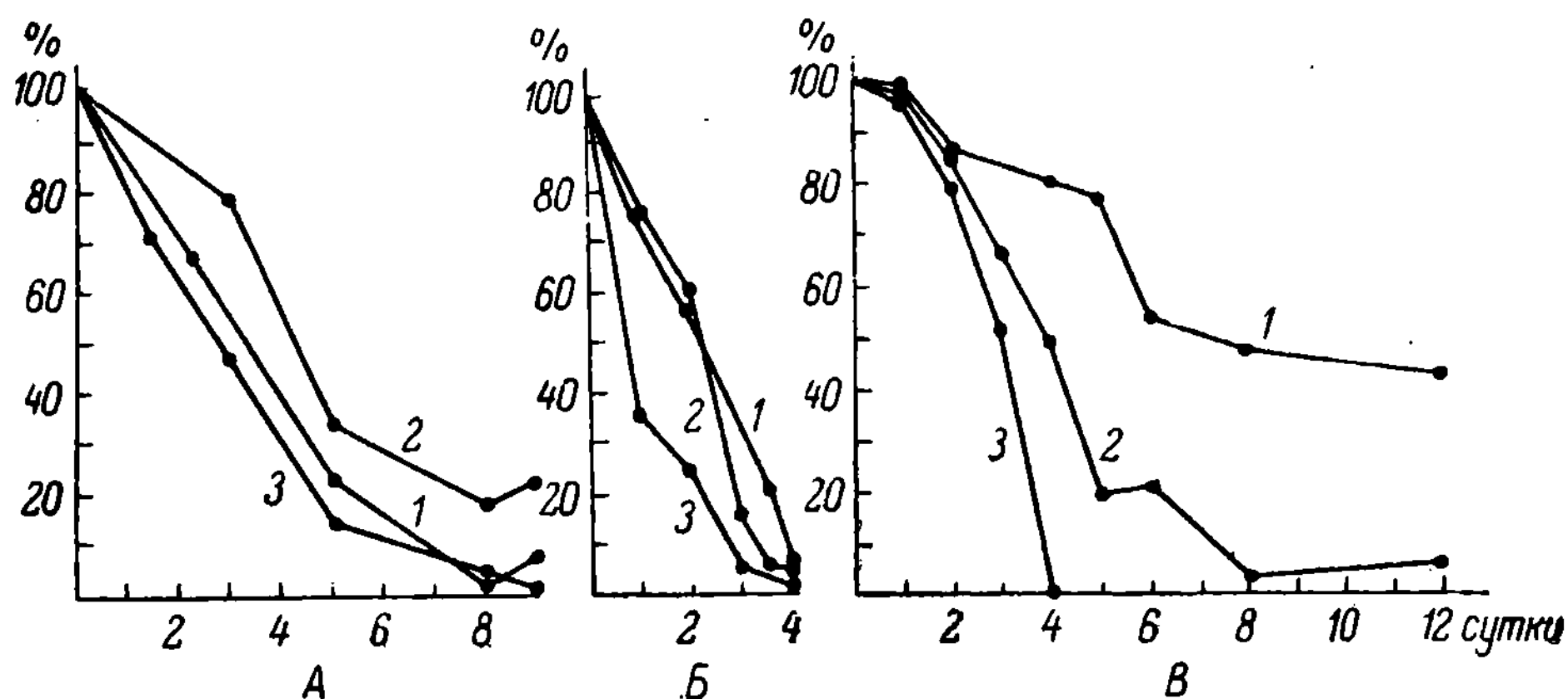


Рис. 2. Содержание белков, (1) жиров (2) и углеводов (3) в пищеварительном тракте налима при различной температуре.

А — при 1°; Б — при 10°; В — при 20°.

Переваривание белков, жиров и углеводов. Качественный анализ химуса показал различия в скорости переварива-

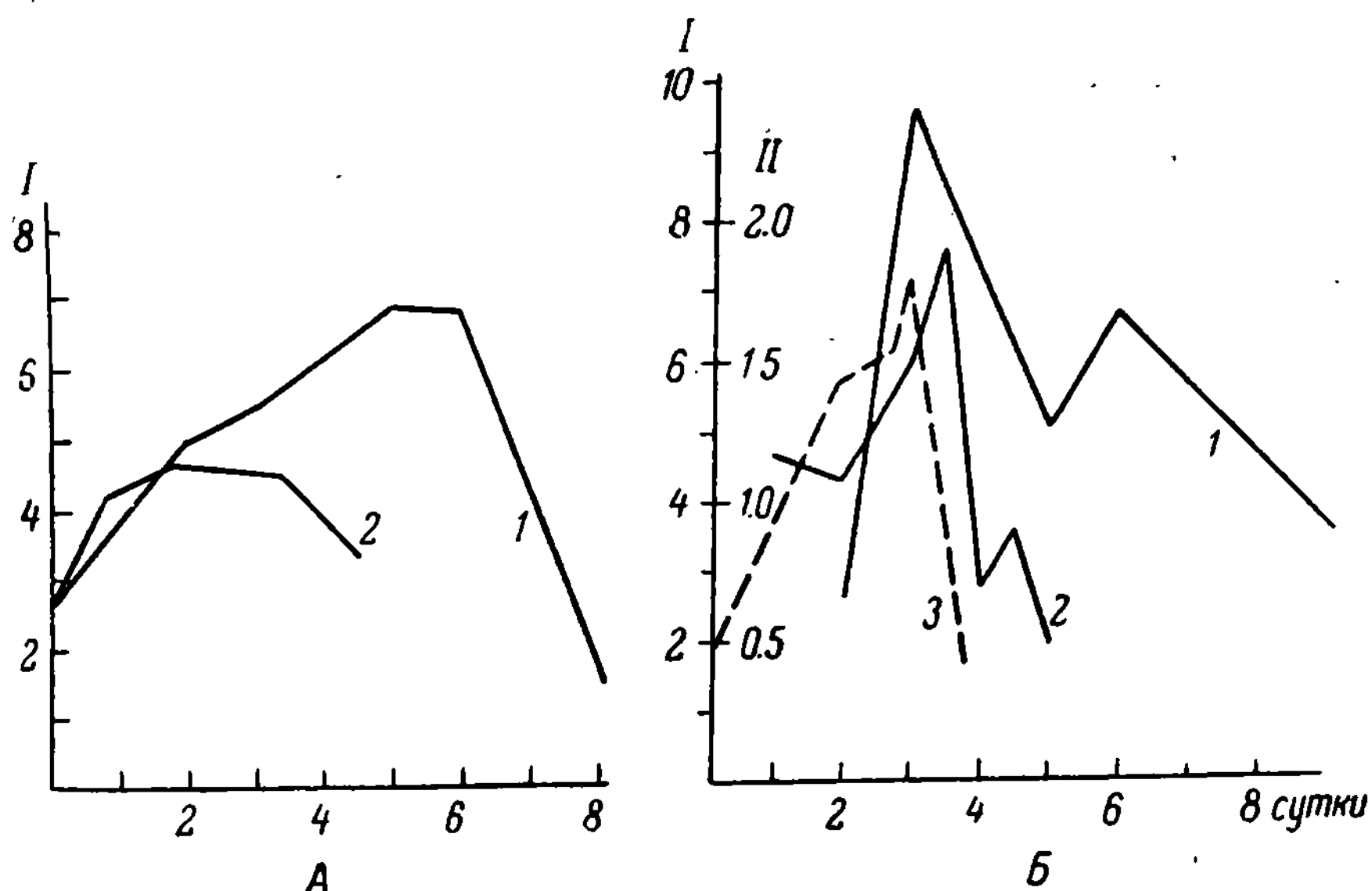


Рис. 3. Количество пищеварительного сока в желудке (А) и кишечнике (Б) налима при 1 (I) и 10° (2) и активность кишечных протеаз при 10° (3).

I — единицы «водного коэффициента» (количество жидкости на единицу сухого веса); II — единицы активности.

ния компонентов пищи. При всех указанных температурах углеводы являются наиболее легко гидролизуемой и усвояемой фракцией (рис. 2). Однако при 1° они перевариваются несколько медленнее, чем при 10 и 20°. Заслуживает особого внимания быстрое переваривание углеводов при 20°, которое связано, очевидно, с высокой активностью амилаз налима в летний период. Белки перевариваются в соответствии с общими законо-



мерностями. Но при 20° они гидролизуются гораздо медленнее, чем другие компоненты пищи. Исходя из этих фактов, можно предполагать, что амилазы и липазы налима играют существенную роль в обменных процессах, протекающих летом.

О механизме регуляции пищеварительных процессов. Предварительные данные позволяют судить о регулирующих факторах, с помощью которых налим успешно переваривает пищу при температурах воды, близких к 0°; при таких температурах пищеварительные ферменты почти всех теплолюбивых рыб оказываются недействительными (рис. 3). Исследование количества сока, выделяющегося в процессе пищеварения, позволило установить, что меньшая активность пищеварительных ферментов при низких температурах компенсируется большим количеством фермента, поступающего в кишечный тракт. Этот вывод подтвердили параллельные исследования активности кишечных протеаз, показавшие, что концентрация ферментов при 1° выше, чем при 10°. Рост ферментативной активности во времени соответствует росту сокоотделения в кишечнике.

Указанные закономерности помогают понять приспособительные механизмы пищеварения при переменных температурах среды у пойкилотермных животных.

#### ЛИТЕРАТУРА

Б р и з и н о в а П. Н. 1953. Интенсивность переваривания и усвоение белкового корма у гибрида амурского сазана и карпа при разной температуре. Изв. ВНИОРХ, т. 33.

М а р г о л и н Г. М. 1940. Влияние низких температур на переваривание пищеварительных ферментов зеркального карпа. Тр. Воронежск. отд. Всеросс. инст. пруд. и рыбн. хоз., т. 3, вып. 2.

М а р к у н М. И. 1936. К систематике и биологии налима р. Камы. Изв. Пермск. биолог. н.-исслед. инст., т. 10, вып. 2.

М е л ь я н ц е в В. Г. 1946. Налим и его промысел. Петрозаводск.

С е р г е е в Р. С. 1959. Материалы по биологии налима Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, вып. 1 (4).

S c h e u r i n g L. 1928. Beziehungen zwischen Temperatur und Verdauungsgeschwindigkeit bei Fischen. Ztschr. Fischerei, Bd. 26, H. 2.

*Н. В. БОДРОВА и Б. В. КРАЮХИН*

## **К ВОПРОСУ О «ВИДОВОЙ» ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РЫБ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ТОКУ**

Применение электрического тока для некоторых рыбохозяйственных целей, в том числе для лова рыбы в водохранилищах, имеет большие перспективы.

Разработка способов применения электрического тока должна базироваться на знании закономерностей поведения рыб в электрических полях, а это в свою очередь требует изучения физиологического механизма влияния тока. Необходимо проникнуть в суть тех изменений, которые происходят внутри живой ткани под влиянием электрического тока и вызывают те или иные реакции со стороны рыб.

Одним из невыясненных вопросов является вопрос о причинах различной чувствительности к электрическому току разных видов рыб.

Явление «видовой» чувствительности рыб к электрическому току впервые описал Мак Миллан (McMillan, 1928), и в дальнейшем оно отмечалось неоднократно (Бодрова и Краюхин, 1948, 1951, 1958; Нусенбаум, 1958; Шентяков, 1959, и др.).

Объяснение причины данного явления первый дал Гольцер (Holzer, 1931). По его мнению, видовая чувствительность рыб к электрическому току объясняется их различным удельным сопротивлением. Гольцер считает, что для получения одинаковой реакции на раздражение электрическим током у двух видов рыб (одинаковой длины) потребуется меньшее напряжение тока для того вида, электропроводность тела которого выше электропроводности воды, и наоборот. Хальсбанд (Halsband, 1956) высказал предположение, что причина видовой чувствительности к току объясняется различной интенсивностью обмена веществ у разных видов рыб.

Нами было показано (Краюхин и Литвинова, 1950; Бодрова и Краюхин, 1958), что в физиологическом механизме влияния тока решающее значение имеет воздействие его на нервную систему, причем не только на центральную, но и на периферическую.

При проведении настоящего исследования мы поставили задачей выяснить, какое значение в механизме влияния тока имеет раздражение концевых аппаратов чувствительных нервов (рецепторов), расположенных в коже и слизистых оболочках поверхности тела различных видов рыб.

С целью устранения возбуждения концевых аппаратов чувствительных нервов производилась анестезия поверхности тела рыб новокаином (путем помещения рыб на некоторое время в его раствор), и тем самым блокировалось проведение импульсов с периферии в центральную нервную систему. Затем нами определялось влияние электрического тока на рыб с выключенными рецепторами поверхности тела и на тех же рыб, но без анестезии поверхности тела.

Исследовалось влияние переменного тока, причем опыты проводились на установке, описанной В. А. Шентяковым (1959).

На 5 видах рыб, выловленных в Рыбинском водохранилище (щука, судак, лещ, налим, линь), проведено определение порога чувствительности к току (первичная реакция — вздрагивание при включении тока) и начала стадии электронаркоза (полное обездвижение рыбы под током).

Ток включался на 5 сек. Определялись концентрация раствора новокаина и время нахождения в нем рыб. Кроме того, отмечалось время возвращения рыб к норме после электронаркоза. Опыты ставились при температуре 14.0—14.3°. Проведено 50 опытов, сделано около 250 определений реакции рыб. Для всех них вычислено «напряжение тела», т. е. разность потенциалов между головой и хвостом рыбы, выраженное произведением напряженности электрического поля на длину тела рыбы (в вольтах) по формуле  $U_p = \frac{E}{L} \times l$ , где  $U_p$  — «напряжение тела» рыбы в вольтах;  $E$  — напряжение между электродами в вольтах;  $L$  — расстояние между электродами в сантиметрах;  $\frac{E}{L}$  — напряженность электрического поля;  $l$  — длина тела рыбы в сантиметрах.

В таблице приведены данные о пороге чувствительности рыб к электрическому току (первичная реакция) и о стадии электронаркоза.

Вид рыбы	Первичная реакция (в в)	Электронаркоз				
		до новокаина		после новокаина		
		напряжение (в в)	разница по сравнению с первичной реакцией (в %)	напряжение (в в)	разница по сравнению (в %)	
					с первичной реакцией	с электронаркозом до новокаина
Щука . . . . .	0.40	2.86	710	4.10	1025	+315
Лещ . . . . .	0.66	3.64	550	4.53	688	+138
Судак . . . . .	0.84	2.67	310	4.10	488	+178
Линь . . . . .	1.16	4.50	380	4.65	400	+20
Налим . . . . .	1.24	3.90	310	4.47	360	+50

Из приведенных в таблице данных вытекает, что порог чувствительности к электрическому току, определяемый по первичной реакции, у рыб разных видов различен. Наиболее чувствительна к току щука (0.40 в), наименее — линь и налим (1.16 и 1.24 в). Судак и лещ занимают среднее положение (0.66 и 0.84 в). Анестезия поверхности тела рыб новокаином снижает чувствительность рыб к электрическому току, и, для того чтобы вызвать те же реакции рыб, как и до нахождения их в растворе новокаина, необходимо применить большее напряжение тока. Если для получения первичной реакции и электронаркоза без новокаина разные виды рыб требуют применения тока различного напряжения (колебания для первичной реакции от 0.40 до 1.24 в и для наркоза от 2.67 до 4.50 в), то после новокаина явление электронаркоза наступает у всех видов рыб почти при одинаковом напряжении тока (колебания от 4.10 до 4.65 в). Следовательно, после новокаина рыбы с различной чувствительностью к электрическому току реагируют на него почти одинаково. Видовая чувствительность при этом почти исчезает.

Вместе с тем сравнение порога чувствительности и явления электронаркоза показывает, что после новокаина степень относительного уве-



личения напряжения тока для получения электронаркоза у разных видов рыб различна. Так, если для щуки это увеличение составляет 315%, то для линя и налима — всего лишь 20 и 50%. Следовательно, после выключения рецепторов новокаином рыбы, высокочувствительные к электрическому току, требуют значительного относительного увеличения напряжения тока для их обездвижения, а рыбы с пониженной чувствительностью — небольшого.

Анализ полученных данных показывает, что раздражение окончаний чувствительных нервов на поверхности тела рыб играет определенную роль в механизме влияния электрического тока. В зависимости от степени развития чувствительных окончаний у разных видов рыб раздражение их током оказывает различное рефлекторное воздействие на центральную нервную систему.

Таким образом, мы имеем основание высказать следующее общее заключение: удельное сопротивление рыб и интенсивность обмена несомненно имеют какое-то значение в механизме влияния тока, однако, по нашему мнению, они не являются основными.

В механизме влияния электрического тока решающее значение имеет его воздействие на нервную систему. Наше исследование показало, что это воздействие заключается как в непосредственном влиянии на нервные центры, так и в присоединяющемся к нему рефлекторном влиянии с периферии вследствие возбуждения периферической нервной системы, в первую очередь рецепторов поверхности тела рыб. В этом, по нашему мнению, заключается одна из основных причин видовой чувствительности рыб к электрическому току.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Б о д р о в а Н. В. и Б. В. К р а ю х и н. 1948. К наблюдению над влиянием электрического тока на морских рыб. В сб. «Памяти А. В. Леонтовича», Киев.
- Б о д р о в а Н. В. и Б. В. К р а ю х и н. 1951. Влияние переменного электрического тока на дыхание рыб. Докл. АН УССР, № 6. (На укр. яз.).
- 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 физиологии рыб, М.
- К р а ю х и н Б. В. и М. А. Л и т в и н о в а. 1950. О роли нервной системы в механизме влияния электрического тока на рыб. Тр. Карадагск. биолог. ст. АН УССР, вып. 9.
- Н у с е н б а у м М. М. 1958. О поведении рыб в электрическом поле в связи с проблемой их охраны при гидростроительстве. Тр. Совещ. по физиологии рыб, М.
- Ш е н т я к о в В. А. 1959. О реакциях рыб в электрических полях переменного тока. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, т. 1(4).
- Mc Millan F. O. 1928. Electric fish screen. Bull. USA Bureau Fisher., vol. 44.
- Holzer W. 1931. Über eine absolute Reizspannung bei Fischen. Pflüg. Arch. ges. Physiol., Bd. 229.
- Halsband E. 1956. Die Beziehung zwischen Intensität und Zeitdauer des Reizes bei der elektrischen Durchströmung von Fischen. Arch. Fischerei-Wiss. Bd. 7, H. 1.

А. Г. ПОДДУБНЫЙ

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЫБИНСКОГО ЛЕЩА В НАГУЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Распределение рыб в период активного питания, образование ими скоплений, видовой, возрастной состав и продолжительность существования этих скоплений зависят от наличия соответствующих пищевых объектов и гидролого-гидрохимических условий, определяющих возможность нагула рыбы в районах концентрации пищевых организмов.

За последние шесть лет накоплен довольно большой материал по распределению, динамике численности и биологии основных групп и видов водных организмов, а также оценены условия их обитания в Рыбинском водохранилище. Благодаря этому стало возможным более подробное изучение закономерностей распределения рыб, выяснение причин их перемещений в водохранилище и образования скоплений в определенных районах водоема.

Рыбинское водохранилище отличается значительной бедностью донного населения как по видовому составу, так и по количеству особей, что позволяет относить его к разряду малокормных водоемов с признаками дистрофии (Мордухай-Болтовской, 1958). Бентос распределен в водохранилище неравномерно, его биомасса и видовой состав в значительной степени определяются характером грунта и глубиной залегания. Наиболее высокой биомассой (табл. 1) обладают мертвые леса — сухостой и осушенная зона. Представленные здесь формы относятся в основном, к фауне обрастаний и зарослей и, обитая на стволах деревьев, различной величины древесных остатках и на стеблях и листьях растений, в массе своей, по-видимому, оказываются недоступными для крупных бентосоядных рыб.

Наибольшей численностью организмов, обитающих непосредственно в грунте открытых участков водохранилища и его плесов, отличаются мотылевые биоценозы серых илов и илов типа переходного, от серых к торфянистым. В содержимом кишечника леща здесь преобладают мотыли и олигохеты, имеющие высокую пищевую ценность и являющиеся типичными кормовыми объектами этой рыбы. Указанные илы занимают лишь 12% площади дна водохранилища, процесс заиления которого идет крайне медленно (Курдин, 1959). Расположены они большей частью в предустьевых районах плесов и на русле р. Мологи вдоль западного побережья водохранилища, поэтому не в состоянии обеспечить пищей всех бентосоядных рыб. Недостаточной пищевой обеспеченностью объясняются низкий темп роста леща (Остроумов, 1955) и вынужденный переход его в разгар нагульного периода на питание малоценным в пищевом отношении детритом (Житенева, 1958).

Перемещения в поисках пищи, образование скоплений в местах, богатых бентосом, рассеянный поиск и нагул в одиночку или небольшими

Т а б л и ц а 1

Руководящие формы и биомасса бентоса на основных биотопах Рыбинского водохранилища в мае<sup>1</sup>

Биотоп	Руководящие формы	Биомасса. (в г/м²)
Серый ил . . . . .	Tendipes plumosus.	7.633
Задернованные почвы . . . . .	Разные Tendipedidae, Oligochaeta.	0.313
Пески . . . . .	То же.	0.533
Торфянистый ил . . . . .	Tendipes plumosus, Tubificidae.	2.507
Осушная зона {	дно . . . . .	7.900
	заросли . . . . .	21.890
Сухостой {	дно . . . . .	5.490
	стволы деревьев . . . . .	24.114
	Glyptotendipes, Tendipes. Glyptotendipes, Endochironomus, Herpobdella и др.	

группами на малокормных участках определяют характер летнего распределения леща в Рыбинском водохранилище.

Анализ траловых и сетных уловов леща, ежегодно проводимых в Рыбинском водохранилище исследовательскими орудиями лова с экспедиционных судов Института биологии водохранилищ, позволяет наметить районы массовых скоплений этой рыбы во время нагула и оценить степень устойчивости отдельных скоплений. В табл. 2 приведены вычисленные по многолетним данным процентные соотношения уловов леща стандартными порядками ставных сетей с ячейей от 14 до 70 мм на различных по типу участках Рыбинского водохранилища в период июнь—сентябрь.

Т а б л и ц а 2

## Уловы леща (в %) на отдельных участках Рыбинского водохранилища

Характер участка	Русло	Затоплен- ная пойма	Осушная зона	Затоплен- ный лёс
Улов леща . . . . .	32	7	27	34
В том { зрелых . . . . .	86	54	62	65
	числе { незрелых . . . . .	14	38	35
Встречаемость леща в сетных порядках (в %) . . . . .	89.4	29.3	67.8	68.4

Из данных табл. 2 можно видеть, что основная масса леща во время нагула ловится на затопленных руслах рек, в прибрежной мелководной зоне и в районах затопленных лесов. Количество леща на пойме в это время значительно ниже. На русловых участках нагуливается преимущественно крупный половозрелый лещ, тогда как в других районах заметную роль играют молодые незрелые особи в возрасте не старше 6—7 лет (начало созревания). Наиболее высок прилов неполовозрелого леща на пойменных участках, причем здесь, в сравнительной удаленности от берега, нагуливается рыба не моложе 2—3 лет, а 1—2-годовалая молодь придерживается прибрежья.

<sup>1</sup> Таблица построена по данным Ф. Д. Мордухай-Болтовского (1958), Ф. Д. Мордухай-Болтовского, Э. Д. Мордухай-Болтовской и Г. Я. Яновской (1958) и Т. Л. Поддубной (1958).

В качестве показателя степени устойчивости скоплений леща мы использовали встречаемость его в сетных порядках. Эта величина оказалась заметно выше для сетей, стоявших на руслах (89.4%). В семи случаях из десяти лещ ловился в осушной зоне и затопленном лесу, а на пойменных участках, покрытых задернованными почвами, большинство порядков было пустым. Уловы леща на руслах остаются сравнительно высокими до глубокой осени, и скопление его здесь можно считать устойчивым. На пойме скопления отсутствуют; лещ здесь ловится единичными экземплярами, и лишь изредка объявляются небольшие проходящие его стаи, видимо меняющие места нагула. Продолжительность пребывания жирующего леща на прибрежных мелководьях и величина его скоплений здесь определяются степенью защищенности участка от ветрового воздействия. Зависит она также от высоты уровня воды в отдельные годы и от характера его летней сработки: в маловодные годы и при быстром падении уровня воды летом площади мелководий, богатые кормовыми беспозвоночными, сокращаются и используются меньшим числом рыб. По данным Рыбинской гидрометобсерватории (Курдина, 1958), для 70% времени навигационного периода на водохранилище регистрируются продолжительные ветры силой до 5 баллов и более. Штилевых периодов мало.

Уловы леща на прибрежных участках оказываются выше при нагонном ветре средней силы (3—5 баллов) и достаточной продолжительности или при штилевой погоде, установившейся после сильного волнения, и слабом ветре с берега, не вызывающем сгона воды. Средний улов леща в эти дни на открытом побережье составляет 5.9 кг на сеть за 24 часа лова и 5.8 кг на участках, защищенных островами, и в заливах. При сильных продолжительных ветрах, вызывающих сгон воды или ее сильное перемешивание и взмучивание, величина уловов резко падает, составляя на открытом и защищенном побережье, соответственно, 0.63 и 2.4 кг на сеть. Следует отметить, что сказанное справедливо только для Центрального плеса и расширенных участков речных плесов, подвергающихся интенсивному воздействию ветра. Колебания уловов леща под воздействием волнения и ветровых течений в зоне затопленных лесов с глубинами до 3 м имеют сходный характер и менее четко проявляются на участках с большей глубиной.

Таким образом, условия нагула леща на прибрежных мелководьях и в затопленных лесах не везде благоприятны и скопления его здесь не устойчивы.

Анализ траловых уловов леща, нагуливающегося на руслах затопленных водохранилищем рек, показывает, что здесь находятся рыбы различного размера — от 100 до 480 мм, относящиеся к разным возрастным группам, достигшие половой зрелости и незрелые. Соотношение последних в уловах заметно меняется в течение года (табл. 3).

Таблица 3

Уловы лещ руслах (в экз. за 30 мин. траления) за 1953—1958 гг.

	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
Незрелые рыбы, 100—290 мм . . . . .	8	3	2	2	33	80	12
Зрелые рыбы, 290—480 мм . . . . .	2	18	12	24	35	44	1
Улов в целом . . . . .	10	21	14	26	68	124	13



Весной половозрелый лещ устремляется в прибрежную зону на нерестилища. Первые преднерестовые подвижки его и соответственное увеличение уловов в прибрежье отмечаются в конце марта—начале апреля, а максимум хода, в зависимости от температурных условий года, — в середине мая—начале июня. На русле в это время преобладает начавшийся питаться молодой незрелый лещ. После нереста, в конце мая—начале июня, на русле появляются отнерестовавшие производители, а количество незрелых рыб заметно снижается. Мелкий лещ к этому времени постепенно рассеивается по пойме и выходит на мелководные участки. В июле уловы леща всех возрастных категорий уменьшаются почти вдвое, что вызывается массовым вылетом обитающих на русле мотылей и в результате этого резким снижением количества доступных лещу кормовых объектов.

По данным А. И. Шиловой (1958), у *Tendipes plumosus*, обитающего на руслах и составляющего там более половины биомассы всего бентоса, наблюдаются один массовый вылет в июне и не ежегодно повторяющийся второй вылет в конце июля—начале августа. Биомасса мотыля, по наблюдениям в 1957 г., в русле Волги в мае—июне заметно снижается, а в июле практически почти равна нулю (3 июля — 0.005 г/м<sup>2</sup>). Максимальной численности и биомассы русловой мотыль достигает в августе—сентябре за счет личинок новых генераций. В июле в пище леща преобладают детрит и олигохеты. Часть его временно покидает русло и держится разреженно на прилегающих участках поймы, где питается детритом, олигохетами и моллюсками. В августе количество крупного леща на руслах вновь увеличивается, а в сентябре здесь появляется мелкий лещ, причем количество того и другого продолжает увеличиваться и в октябре достигает максимума с преобладанием в уловах мелкого леща. Массовый подход последнего на русла связан с заметным улучшением здесь условий питания в результате осеннего повышения численности и биомассы мотыля и олигохет. Увеличение количества леща на руслах в октябре может быть связано также с падением уровня воды и обсыханием части мелководий, а кроме этого — с понижением температуры воды у побережья. По данным Т. Н. Курдиной (1958), на русле у дна температура воды в это время на 3—5° выше. Таким образом, переместившись осенью на русла, лещ имеет возможность несколько продлить нагульный период.

В конце октября—ноября, после резкого понижения температуры воды перед ледоставом, лещ прекращает питаться и покидает русла. Лишь небольшая часть мелкого леща еще задерживается на русле и, видимо, зимует на его склонах и на прилегающих участках поймы.

Указанная схема характерна для тех участков водохранилища, где места нереста расположены в сравнительной близости от русел (юго-западная и западная части водоема). В центральной части посленерестовые скопления леща на руслах образуются позже по причине большей разобщенности мест размножения и нагула, а количество незрелых рыб в группировках относительно ниже. Так, например, первые посленерестовые скопления леща на русле Шексны в нижней части Шекснинского плеса были обнаружены в 1954—1957 гг. 5—15 июня, тогда как в Волжском плесе они имелись в эти годы уже 25—30 мая. Незрелый лещ на русле Шексны в сентябре—октябре 1958 г. составил только 5.6% от улова против 37.6% в это же время на русле Волги и 67.6% на русле Мологи в нижней части Моложского плеса.

#### ЛИТЕРАТУРА

Ж и т е н е в а Т. С. 1958. О питании леща в Рыбинском водохранилище. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 3.

К у р д и н а Т. Н. 1958. Температура воды в Рыбинском водохранилище и ее динамика. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 3.

К у р д и н Б. П. 1959. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохрани. АН СССР, вып. 1 (4).

М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1955. Распределение бентоса в Рыбинском водохранилище. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 2.

М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1958. К вопросу о продуктивности Рыбинского водохранилища. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 3.

М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д., Э. Д. М о р д у х а й - Б о л т о в с к а я и Г. Я. Я н о в с к а я. 1958. Фауна прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 3.

О с т р о у м о в А. А. 1955. О возрастном составе стада и росте леща Рыбинского водохранилища. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 2.

П о д д у б н а я Т. Л. 1958. Состояние бентоса Рыбинского водохранилища в 1953—1955 гг. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 3.

Ш и л о в а А. И. 1958. О сроках вылета и количестве генераций *Tendipes plumosus* L. в Рыбинском водохранилище. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 1.

---

А. В. АНАНИЧЕВ

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДЕТРИТА РЫБИНСКОГО, УГЛИЧСКОГО И ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

Обнаружение в пищевом комке леща, обитающего в Рыбинском водохранилище, больших количеств детрита (Житенева, 1958) поставило вопрос о биологической роли последнего как пищевого фактора. Литературный обзор и обсуждение этого вопроса в сравнительном аспекте изложены в статье О. А. Гомазкова,<sup>1</sup> поэтому мы ограничимся лишь кратким изложением результатов химического анализа образцов детрита, собранных в июне и сентябре 1958 г. на Рыбинском, Угличском и Иваньковском водохранилищах.

В схему нашего исследования входило определение:

- 1) кальция классическим методом титрования щавелевой кислоты перманганатом калия (Петербургский, 1954);
- 2) магния путем титрования магний-аммоний фосфата соляной кислотой (Петербургский, 1954);
- 3) фосфора в модификации Левицкого (Петербургский, 1954);
- 4) кобальта путем фотометрирования с нитрозо-В-солью (Малюга, 1950);
- 5) меди путем фотометрирования ее соединения с диэтилдитиокарбаматом (Малюга, 1950);
- 6) цинка путем фотометрирования дитизоната цинка в четыреххлористом углероде (Бергман, 1950);
- 7) бора путем фотометрирования его комплекса с карминовой кислотой (Синякова, 1950);
- 8) общего органического вещества методом мокрого сжигания в модификации С. И. Кузнецова (Кузнецов, 1950);
- 9) жирных кислот путем их окисления серноокислым раствором бихромата серебра по Блуру (Асатиани, 1957);
- 10) витамина В<sub>12</sub> (Букин, Арешкина и Скоробогатова, 1955).

Приведенная схема анализа детрита позволяла дать достаточно полную характеристику его минерального состава (в том числе наиболее важных для животного организма микроэлементов) в связи с содержанием общего органического вещества и одного из важнейших биологически активных веществ — витамина В<sub>12</sub>. Результаты наших анализов приведены в таблице.

Обращает внимание крайне низкое содержание органического вещества в детрите, причем процент легкоусвояемых веществ (жирных кислот) колеблется в широких пределах: от 3 до 38% от всего органического комплекса. Растворимые сахара практически не были обнаружены, а остальные 62—97% от общего органического вещества, возможно, прихо-

<sup>1</sup> См. в настоящем номере на стр. 23.

Химический состав детрита водохранилищ<sup>1</sup>

Место сбора образцов детрита	Содержание (в % на абс. сухое вещество)					Содержание (в мг % на абс. сухое вещество)				
	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	органическое вещество	жирные кислоты	Zn	Cu	B	Co	вита-мин В <sub>12</sub>
Угличское водохранилище: верхний бьеф плотины у г. Углич, глубина 26 м	0.594	0.162	1.424	1.3	0.49	10.605	2.085	5.587	0.041	1.110
траверз Прилук, глубина 25 м . . . . .	4.134	0.224	0.998	1.7	0.19	14.152	2.707	1.723	0.012	0.067
устье р. Нерль, глубина 4 м	1.868	0.242	0.907	—	0.26	10.504	0.881	2.400	0.005	0.040
устье р. Медведицы, глубина 10 м . .	2.492	3.028	1.736	7.8	0.22	9.498	1.085	1.088	0.013	0.030
Иваньковское водохранилище: к западу от Иванькова, глубина 6 м	2.220	0.763	4.534	2.4	0.26	11.635	1.184	2.978	0.005	0.023
Рыбинское водохранилище: к югу от Коприна, глубина 7 м . . . .	3.564	0.793	3.829	5.6	1.30	8.804	2.031	2.398	0.016	0.157
Волжский плес, глубина 15 м, июнь . . . . .	—	—	—	5.8	0.39	—	—	—	—	—
русло Волги, глубина 16 м, июнь . . . . .	—	—	—	0.98	0.24	—	—	—	—	—

дятся на почти неусвояемый гуминово-целлюлозный комплекс с небольшой примесью азотистых веществ. Наибольшее количество органического вещества обнаружено в устье р. Медведицы, где ему соответствует наименьшее количество жирных кислот. Наоборот, детрит Иваньковского водохранилища относительно богат органическим веществом и жирными кислотами.

Содержание кальция, фосфора и магния в различных детритах колеблется в пределах одного порядка. Всюду содержание фосфора довольно высокое. Но какой-нибудь закономерности в соотношениях кальция, магния и фосфора не было установлено.

Детрит, исследованный нами, содержит в своем составе немного больше меди и цинка, чем почвы Ярославской области (Виноградов, 1957). Бор явно концентрируется в детрите (в почвах Ярославской области его бывает не больше 0.23 мг %), и это объясняется тем, что очень многие водные организмы являются концентраторами бора (Глебович, 1946) и служат источником его накопления в осадках. Очень мало в детрите кобальта; его содержание значительно меньше (почти на два порядка), чем в поч-

<sup>1</sup> Данные по содержанию в детрите органического вещества и жирных кислот получены О. А. Гомазковым.



вах (Виноградов, 1957). На фоне подобной кобальтовой недостаточности несколько неожиданным является факт накопления детритами витамина  $B_{12}$ , причем значительная часть кобальта детрита входит в состав этого витамина, который содержит его в своем составе 4.5%.

На основании приведенных анализов трудно еще судить о роли детрита в питании леща. Однако незначительное содержание усвояемых органических веществ в составе детрита позволяет говорить о его низкой пищевой ценности. Поэтому трудно предположить, что лещ, являясь типичным бентофагом, может с достаточной скоростью пропускать детрит через свой кишечник, для того чтобы усвоить необходимое количество питательных веществ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- А с а т и а н и В. С. 1957. Биохимическая фотометрия. М.
- Б е р г м а н Г. Г. 1950. Определение малых веществ цинка в почвах, в растительных и животных организмах. В кн.: Методы определения микроэлементов. М.
- Б у к и н В. Н., Л. Я. А р е ш к и н а, Е. П. С к о р о б о г а т о в а. 1955. Химическое определение витамина  $B_{12}$ . Витаминные ресурсы и их использование, сб. 3, М.
- В и н о г р а д о в А. П. 1957. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М.—Л.
- Г л е б о в и ч Т. А. 1946. Бор в море. Тр. Биохим. лабор. АН СССР, т. 8, М.
- Ж и т е н е в а Т. С. 1958. О питании леща в Рыбинском водохранилище. Тр. Биол. ст. «Борок», вып. 3.
- К у з н е ц о в С. И. 1950. Микробиологическое исследование озер Кокчетавской, Курганской и Тюменской областей, сб. 2. Тр. Лабор. сапроп. отлож., вып. 4.
- М а л ю г а Д. П. 1950. Определение малых количеств кобальта и меди в почвах, растительных и животных организмах. В кн.: Методы определения микроэлементов, М.
- П е т е р б у р г с к и й А. В. 1954. Практикум по агрохимии. М.
- С и н я к о в а С. И. 1950. Определение бора в почвах, растительных и животных организмах. В кн.: Методы определения микроэлементов, М.

В. И. РОМАНЕНКО

## УЧЕТ МЕТАНОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ВОДЕ МЕТОДОМ РАДИОАВТОГРАФИИ КОЛОНИЙ С МЕМБРАННЫХ ФИЛЬТРОВ

Изучая процессы хемосинтеза в Рыбинском водохранилище, Ю. И. Сорокин (1958) высказал предположение, что основным источником энергии в этом процессе является окисление метана. Дальнейшие исследования распространения метанокисляющих бактерий в Рыбинском водохранилище, проведенные С. А. Крашенинниковой (1959), показали, что существует определенная закономерность между потенциальной способностью воды к окислению метана и характером грунта водохранилища. Однако примененный ею метод предельных разведений для учета количества метанокисляющих бактерий, по-видимому, дал заниженные результаты. Попытки учитывать эту группу бактерий на агаровых пластинках на элективной среде также не привели к успеху, так как в этих условиях растут также различные бактерии, не способные окислять метан.

Мы поставили перед собой задачу разработать способ, позволяющий более полно и точно учитывать количество метанокисляющих бактерий в воде. В основу этого способа был положен метод радиоавтографии. При этом мы исходили из способности метанокисляющих микроорганизмов к хемосинтезу.

Предлагаемая нами методика заключается в следующем. Вода придонного слоя водоема в количестве 5 мл профильтровывается через мембранные фильтры № 3. Предварительно для более равномерного распределения бактерий на фильтре в фильтрованную воронку добавляется несколько миллилитров стерильной воды. После фильтрации мембранные фильтры раскладываются на агаровые пластинки в чашки Петри на среде следующего состава.

NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . . . . .	0.3 г
KNO <sub>3</sub> . . . . .	0.1 г
MgSO <sub>4</sub> . . . . .	0.05 г
выщелоченный агар . . . . .	15 г
вода водопроводная . . . . .	20 мл
вода дистиллированная . . . . .	980 мл

Перед разливом среды в чашку вносится 1 мл радиоактивного раствора углекислого натрия, меченого по углероду с удельной активностью около 0.15  $\mu$ Ci. Содержимое чашки тщательно перемешивается. Затем чашки помещаются в термостат при температуре 28—30° в эксикаторах, наполненных смесью газа из  $\frac{1}{3}$  CH<sub>4</sub> и  $\frac{2}{3}$  воздуха. Длительность инкубации 5—10 суток. В течение этого времени величина колоний метанокисляющих бактерий достигает размера 0.2—2 мм. Для удаления радиоактивного карбоната фильтры после инкубации снимаются с агаровых пластинок и помещаются на 2—3 мин. на фильтровальную бумагу, смоченную 5%-й

$\text{HCl}$ .<sup>1</sup> Затем соляная кислота отмывается дистиллированной водой, а фильтры тщательно высушиваются на воздухе и приклеиваются к полоске картона размером  $3.5 \times 10.5$  см. В темной комнате на фильтр накладывается эмульсионной стороной кусочек фотопленки и концы картона загибают, прижимая пленку к фильтру. Для радиоавтографии пригодна обыкновенная 35-миллиметровая перфорированная фотопленка с чувствительностью 65—130 ед. Картон с фотопленкой в пакете из черной бумаги помещается под пресс. В продолжение 4—5 дней экспозиции колонии метанокисляющих бактерий, обладающие радиоактивностью, воздействуют на фотоэмульсию и разрушают бромистое серебро. Далее фотопленки проявляются в контрастном проявителе и радиоавтографы метанокисляющих бактерий становятся отчетливо заметны в виде черных точек. Последние подсчитываются под бинокуляром стереоскопического микроскопа. Исходя из объема профильтрованной воды и количества отпечатавшихся колоний, высчитывают содержание метанокисляющих бактерий в 1 мл.

Контрольные опыты показали, что за одно и то же время экспозиции колонии сапрофитных бактерий не дают сколько-нибудь заметных радиоавтографов и не воздействуют иным путем на фотоэмульсию.

Ниже приводятся некоторые данные по учету метанокисляющих бактерий в придонном слое воды Рыбинского водохранилища, полученные в зимнем рейсе за январь 1959 г. (см. таблицу).

Количество метанокисляющихся бактерий в придонных слоях воды  
Рыбинского водохранилища

Место взятия пробы	Профиль- тровано воды (в мл)	Количество отпечатавших- ся колоний на площади все- го фильтра	Количество бакте- рий (в 1 мл)	
			отдельные определе- ния	среднее
Моложский плес у Брейтова	1	180	180	} 189
	1	160	160	
	5	1227	245	
	5	864	173	
Центральная часть Молож- ского плеса	1	19	19	} 17
	1	18	18	
	5	97	19	
	5	60	12	
Шекснинский плес у Ольхо- ва	1	36	36	} 37
	1	37	37	
	5	212	42	
	5	180	36	
Шекснинский плес у Ягорбы	1	3	3	} 2
	1	—	—	
	5	17	3	
	5	11	2	
Волжский плес у Коприна	1	1	1	} 1
	1	1	1	
	5	9	2	
	5	0	0	
Центральный плес у Наволок	1	—	—	} 407
	1	600	600	
	5	2161	432	
	5	950	190	

<sup>1</sup> Операции следует производить под тягой.

Из этих данных видно, что количество бактерий в 1 мл воды на различных станциях колеблется от 1 до 407, в то время как при методе разведений (Крашенинникова, 1959) количество их не превышает 1—10. По результатам анализа в параллельных пробах, независимо от количества профильтрованной воды (1 или 5 мл), получается хорошая сходимость.

#### ЛИТЕРАТУРА

С о р о к и н Ю. И. 1958. Роль хемосинтеза в продукции органического вещества в водохранилищах. Микробиология, т. 27, вып. 3.

К р а ш е н и н н и к о в а С. А. 1959. О распространении метанооксиляющих бактерий в Рыбинском водохранилище. Бюлл. Инст. биол. водохранил. АН СССР, № 3

---

Н. Н. СМЕРНОВ

## О ПРИБЛИЖЕННОМ КОЛИЧЕСТВЕННОМ ИССЛЕДОВАНИИ СОСТАВА ПИЩИ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРИ ВСКРЫТИИ

Первым этапом изучения питания животного является получение данных о составе его пищи в естественных условиях путем прямого наблюдения, вскрытия пищеварительного канала и просмотра фекалий (Гаевская, 1954). Исследование пищи в пищеварительном канале путем вскрытия остается необходимым, постоянным приемом первоначального трофологического исследования, значение которого не исчерпало себя в настоящее время и сохранится в дальнейшем. Вскрытие с этой целью применял еще Белон (Belon, 1553, 1555). Однако С. А. Зернов (1949) справедливо заметил, что в наше время «дело еще не закончен даже простой просмотр кишечника всей гидрофауны».

Содержимое кишечника может исследоваться не только у животных, заглатывающих плотную пищу, но и у сосущих форм, с тем чтобы выяснить состав пищи по форменным элементам, содержащимся в высасываемой жидкости, подобно тому, как это делается в случае кровососущих беспозвоночных. У достаточно прозрачных форм состав пищи может быть выяснен путем их просмотра без вскрытия. Вскрытие может служить и для других задач: исследования переработки пищи в кишечнике, определения количества и роли бактерий, выяснения работы пищеварительных ферментов.

Своеобразным способом исследования содержимого кишечника, когда пища состоит в значительной мере из диатомовых, является сжигание в серной кислоте целых организмов, извлеченных из панцирей или кишечника, извлеченных из тела (Беклемишев, 1954; Смирнов, 1958, 1959). Определение диатомей в кишечнике путем сжигания может быть выполнено строго количественно. При использовании метода сжигания нужно учитывать, имеются ли на поверхности организмов эпифитные диатомей.

Однако обработка данных по составу пищи, полученных при вскрытии, зачастую производится недостаточно детально. Случается, что, вскрыв очень большое количество особей одного вида (до 200), автор ограничивается только описанием результатов, для чего было бы достаточно значительно меньшего числа вскрытий (см. Цихон-Луканина, 1958).

Распространенный прием оценки пищевых компонентов по частоте встречаемости не позволяет судить о действительной их роли, так как высокий процент встречаемости того или иного пищевого компонента далеко не всегда совпадает с большой долей его в пищевом комке. Если реже встречающиеся объекты крупны, то значение их может быть более существенным, и наоборот (Богоров, 1934; Шорыгин, 1952; Пирожников, 1953; Желтенкова, 1955; Кун, 1955). Сказанное можно иллюстрировать

данными из работы С. С. Ивановой (1958): в пище личинок поденок, собранных в природе, частота встречаемости протококковых водорослей из рода *Scenedesmus* колебалась в пределах 58—100%, между тем количество этих мелких водорослей в кишечнике всегда было ничтожным.

Поэтому наряду с частотой встречаемости необходимо применять показатель, характеризующий действительную долю определенного пищевого компонента в общем объеме пищи. Обычно эта доля устанавливается путем взвешивания. В. Г. Богоров (1934) предложил в качестве показателя значения данного компонента в питании брать квадратный корень из произведения его доли от всей пищи, выраженной в процентах, на частоту встречаемости.

Однако у мелких животных взвешивание содержимого кишечника или отдельных его компонентов либо невозможно, либо приводит к значительным ошибкам вследствие высыхания или потерь. Точно так же для животных разных размеров отмечены случаи, когда точное взвешивание, подсчет и измерение пищевых объектов затруднены вследствие сложности разборки и разнородности частиц неопределенной формы, таких, как фрагменты разлагающихся растений, частицы детрита и грунта. В таких случаях доля того или иного пищевого компонента в общем объеме пищи может быть определена путем приближенной количественной оценки доли отдельных объектов.

Визуальная количественная оценка соотношения компонентов пищевого комка стала уже давно применяться к рыбам (Blegvad, 1930; Желтенкова, 1938, 1939; Богоров, Мантейфель и Павлова, 1939; Бродкая, 1939; Боруцкий, 1950а, 1950б), а позднее ее начали использовать и в случае беспозвоночных (Турпаева, 1953; Соколова, 1958).

Е. П. Турпаева (1953) считает прием приближенной количественной оценки состава пищи достаточно достоверным. Мы также можем рекомендовать его, причем не как вынужденный, а как основной, для мелких и очень мелких животных, когда взвешивание содержимого кишечника невозможно.

Для обработки материала указанным способом содержимое кишечника или его определенная часть переносится на предметное стекло, разбавляется, если нужно, небольшим количеством воды и накрывается покровным стеклом. В полученном препарате определяются все компоненты пищи с помощью просмотра его при малом и большом увеличении микроскопа. После того как препарат целиком просмотрен, количество каждого пищевого компонента приближенно оценивается в десятых долях от всего объема пищи, принятого за единицу, или в баллах по десятибалльной системе.

Визуальная оценка производится в основном по площади, занимаемой отдельными компонентами пищи в препарате. Приводимый К. П. Барышевой (1938) метод определения количества компонентов смеси с помощью планиметра применять при массовых вскрытиях затруднительно, но при необходимости этот способ можно использовать для уточнения данных, которые тогда можно выразить в процентах. Результат может быть уточнен и подсчетом частиц определенного размера.

Указанным путем обрабатывается не менее десяти особей из каждой пробы; в случае разнородного состава пищи нужно обрабатывать по возможности большее количество особей. Из полученных для каждой особи первичных данных выводятся среднее количество каждого пищевого компонента и частота встречаемости для каждой пробы. Затем делаются необходимые сопоставления. Описанный способ обработки материала дал нам возможность сопоставить питание вилохвостки *Tomocerus flavescens* в верховом и переходном болотах (Смирнов, 1959).



Состав пищи моллюсков, собранных в одном участке водоема при температуре воды 28°, по приближенной количественной оценке

Размер моллюска (в мм)	Ил: буро-зеленые остатки растений с мелкими водорослями	Зиготы спирогиры	Нити спирогиры с зиготами	Нити Rhizoclonium hieroglyphicum Kütz.	Прочие водоросли	Разлагающиеся танины покрытосеменных растений	Семена	Остатки насекомых и ракообразных
Limnaea stagnalis L.								
54	—	—	—	0.9	—	—	—	0.1
41	0.5	—	—	0.5	—	—	—	—
40	—	—	0.3	0.7	—	—	—	—
36	0.2	—	—	0.8	—	—	—	—
35	—	—	0.2	0.7	—	—	0.1	—
34	0.1	—	—	0.9	—	—	—	—
33	0.7	—	0.1	0.2	—	—	—	—
33	0.1	—	0.8	0.1	—	—	—	+
32	0.6	—	0.2	0.2	—	—	—	+
32	0.25	—	+	0.7	—	—	—	0.05
Среднее	0.24		0.16	0.57			0.01	0.02
Radix ovata (Draparnaud)								
25	0.8	0.2	—	—	—	—	—	—
25	1.0	—	—	—	—	—	—	—
24	0.9	0.1	—	—	—	—	—	—
24	0.9	0.1	—	—	—	—	—	—
23	1.0	—	—	—	—	—	—	—
23	0.6	0.4	—	—	—	—	—	—
22	0.7	0.2	0.1	—	—	—	—	—
22	0.9	0.1	—	—	—	—	—	—
22	1.0	—	—	—	—	—	—	—
21	0.9	0.1	—	—	—	—	—	—
Среднее	0.87	0.12	0.01					
Coretus corneus (L.)								
24	1.0	—	—	—	—	—	—	—
23	1.0	—	—	—	—	—	—	—
20	1.0	—	—	—	—	—	—	—
20	1.0	—	—	—	—	—	—	—
20	1.0	—	—	—	—	—	—	—
20	0.8	0.2	—	—	—	—	—	—
19	0.8	0.2	—	—	—	—	—	—
19	1.0	—	—	—	—	—	—	—
19	1.0	—	—	—	—	—	—	—
19	1.0	—	—	—	—	—	—	—
Среднее	0.96	0.04						
Succinea putris (L.)								
12	—	—	0.1	—	0.1	0.8	—	—
11	—	—	—	—	0.2	0.8	—	—
11	0.2	—	—	0.8	—	—	—	—
10	—	—	0.2	0.4	—	0.4	—	—
10	—	—	—	0.1	0.4	0.5	—	—
10	0.3	—	—	—	—	0.7	—	—
8	0.4	—	—	—	—	0.6	—	—
7	0.8	—	0.1	—	0.1	—	—	—
Среднее	0.21		0.05	0.16	0.1	0.48		

Если есть необходимость получить общие и частные индексы наполнения, то у мелких беспозвоночных нужно предварительно, кроме веса потребителя, определить и общий объем пищи путем промеров.

Весьма показательным является приближенный количественный анализ содержимого кишечника животных разных видов, одновременно собранных в одном и том же месте водоема. При этом устраняется воздействие вариаций среды, в зависимости от которых состав пищи может значительно видоизменяться. В особенности наглядные данные при таком подходе получаются для видов со сходным и изменчивым составом пищи, для которых имеются противоречивые литературные указания.

В качестве примера приведем выполненные нами таким способом вскрытия легочных моллюсков четырех видов, собранных 25 июня 1955 г. в одном участке лужи на дне летующего Дюдьковского пруда рыбхоза Нара Московской обл. (см. таблицу). В одних и тех же условиях *Coretus corneus* питался почти исключительно илом, *Radix ovata* специализировался на питании илом несколько меньше, *Limnaea stagnalis* питалась главным образом нитчатками и *Succinea putris* — разлагающимися тканями покрытосеменных с примесью ила.

Данные о специализации *Coretus corneus* на питании исключительно илом находятся в противоречии с выводом Е. А. Луканиной (1958) о специализации этого вида на питании тканями покрытосеменных растений и позволяют думать о сильной зависимости состава пищи этого моллюска от условий среды. То же в большой мере относится к *Radix ovata*.

Выясненные различия в составе пищи разных видов не решают вопроса об избирательности питания этих моллюсков; для этого нужно больше данных. Однако приведенная таблица показывает, что с помощью рекомендуемого приближенного количественного способа ясно выделяются различия в пищевых предпочтениях животных разных видов, собранных в одной и той же среде.

Рассмотренный материал свидетельствует о том, что прием приближенной количественной оценки состава пищи в пищеварительном тракте в ряде случаев оправдал себя. Поэтому он может быть рекомендован как основной для мелких беспозвоночных и тогда, когда пища состоит из перемешанных частиц неопределенной формы и размера.

Приближенная количественная оценка компонентов содержимого пищеварительного канала животных разных видов, собранных в одно время в одном месте, позволяет четко выяснить различия в пищевой специализации, так как при этом устраняется фактор вариаций среды.

## ЛИТЕРАТУРА

- Барышева К. П. 1938. Смена населения и динамика биомассы Раздоринских полей дельты Волги. Тр. Моск. техн. инст. рыбн. пром., вып. 1.
- Беклемишев К. В. 1954. Питание некоторых массовых планктонных копепоид в дальневосточных морях. Зоолог. журн., т. 33, вып. 6.
- Богоров В. Г. 1934. Исследование питания планктоноядных рыб. Бюлл. ВНИРО, № 1.
- Богоров В. Г., Б. П. Мантейфель и А. Е. Павлова. 1939. Питание песчанки в мурманских водах. Тр. ВНИРО, т. 4.
- Боруцкий Е. В. 1950а. Материалы о питании амурского подуста (*Xenopsyllus macrolepis* Bloeker). Тр. Амурск. ихтиолог. экспед. 1945—1949 гг., т. 1, М.
- Боруцкий Е. В. 1950б. Материалы о питании карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch.) в бассейне Амура. Тр. Амурск. ихтиолог. экспед. 1945—1949 гг., т. 1, М.
- Броцкая В. А. 1939. Инструкция для сбора и обработки материалов по питанию бентосоядных рыб. М.
- Гаевская Н. С. 1954. Питание и пищевые связи животных, обитающих среди донной растительности и в береговых выбросах Черного моря. Сообщение 1.

Питание брюхоного моллюска *Rissoia splendida* Eichw. Тр. Инст. океанол. АН СССР, т. 8.

Желтенкова М. В. 1938. Питание воблы Северного Каспия. Зоолог. журн., т. 17, вып. 1.

Желтенкова М. В. 1939. Питание воблы северной части Каспийского моря. Тр. ВНИРО, т. 10.

Желтенкова М. В. 1955. Критическая оценка современных методов изучения питания рыб в естественных условиях. Тр. Совещ. по метод. изуч. корм. базы и питания рыб, М.

Зернов С. А. 1949. Общая гидробиология. Л.

Иванова С. С. 1958. Питание личинок некоторых поденок. Тр. Моск. техн. инст. рыбн. пром., вып. 9.

Кун М. С. 1955. [Выступление по докладам, опубликованное в: Тр. Совещ. по метод. изуч. корм. базы и питания рыб, М.].

Луканина Е. А. 1958. Питание некоторых пресноводных Gastropoda. (Рукопись. Моск. техн. инст. рыбн. пром.).

Пирожников П. Л. 1953. Инструкция по сбору и обработке материалов по питанию рыб. Л.

(Смирнов Н. Н.) Smirnov N. N. 1958. Some data about food consumption of plant production of bogs and fens by animals. Verhandl. Intern. Ver. Limnol., Bd. 13, Stuttgart.

Смирнов Н. Н. 1959. Роль высших растений в питании животного населения болот. Тр. Моск. техн. инст. рыбн. пром., вып. 10.

Соколова М. Н. 1958. Питание глубоководных донных беспозвоночных детритоидов. Тр. Инст. океанол. АН СССР, т. 27.

Турпаева Е. П. 1953. Питание и пищевые группировки морских донных беспозвоночных. Тр. Инст. океанол. АН СССР, т. 7.

Цихон-Луканина Е. А. 1958. Питание некоторых пресноводных Gastropoda. Тр. Моск. техн. инст. рыбн. пром., вып. 9.

Шорыгин А. А. 1952. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М.

Beloni Petri. 1553. De aquatilibus. . . Parisiis.

Belon Pierre. 1555. La nature et diversité des poissons avec leurs pourtraics représentés au plus près du naturel. Paris.

Blegvad H. 1930. Quantitative investigation of bottom invertebrates in the Kattegat with special reference to the plaice food. Rep. Dan. Biol. St., 36.

Ю. И. СОРОКИН

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАРБОНАТОВ, СВОБОДНОЙ УГЛЕКИСЛОТЫ И ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ГРУНТАХ

Изучение грунтов Рыбинского водохранилища показало, что соотношение свободной двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) и связанных форм угольной кислоты (карбонаты) в иловых отложениях является весьма существенной величиной, которая до некоторой степени характеризует физико-химические свойства илов с точки зрения пригодности их как биологической среды.

Двуокись углерода, как и свободный сероводород, накапливается в грунтах, содержащих мало кальция и образовавшихся при размывании торфяников. Присутствие в илах значительного количества обоих газов указывает на неблагоприятные условия существования донной фауны, поскольку свободные формы этих соединений токсичны для организмов (Сорокин, 1958).

Ниже приводится описание разработанной нами методики определения  $\text{CO}_2$  и карбонатов в грунтах. С небольшим видоизменением эту методику можно использовать также и для анализа содержания в них органического углерода. Подобные определения необходимы в качестве контроля результатов анализа содержания органического углерода в грунтах путем прямого мокрого сжигания или прокаливания.

**О п р е д е л е н и е  $\text{CO}_2$  и к а р б о н а т о в.** Содержание  $\text{CO}_2$  и карбонатов в илах определяется в приборе, изображенном на рисунке. Ил в количестве 15—20 мл помещают в колбу *А* емкостью около 100 мл, в которую предварительно наливают 30—40 мл свежeproкипяченной воды. В пробирку *Б* поглотителя *Г* наливают 20 мл 0.1 н. раствора  $\text{KOH}$ , очищенного от  $\text{CO}_2$ , а в воронку *Д* 2 мл насыщенного раствора  $\text{CuSO}_4$  и 0.5 мл бутилового спирта. Поглотитель *В* заполняют 20% раствором  $\text{KOH}$ . Затем в приборе создается вакуум (300—400 мм рт. ст.). После проверки прибора на герметичность при закрытом зажиме *Е* через прибор с помощью этого же зажима устанавливают слабый ток воздуха. Воздух очищается от  $\text{CO}_2$ , проходя через поглотитель *В*. В колбу *А* из воронки *Д* вносят раствор  $\text{CuSO}_4$  и бутиловый спирт. Сернокислую медь добавляют в ил для связывания сероводорода, мешающего определению  $\text{CO}_2$ . Образующийся при этом осадок  $\text{CuS}$  не разлагается при последующем подкислении ила. Бутиловый спирт добавляется для предотвращения вспенивания ила. Содержимое колбы *А* нагревают до кипения и кипятят 2—4 мин. Затем горелку отставляют и усиливают ток воздуха. Двуокись углерода отгоняют в щелочь в течение 10—15 мин., после чего прибор отсоединяют от вакуума. Щелочь из поглотителя *Г* смывают 100 мл прокипяченной горячей дистиллированной воды в склянку с притертой пробкой, в которую добавлено 10 мл 10%-го раствора  $\text{BaCl}_2$ . Через 5 мин. избыток ще-

лочи, не вошедшей в реакцию с  $\text{CO}_2$ , оттитровывают 0.05 н.  $\text{HCl}$  с индикатором фенолфталеином.

Далее из той же пробы, после отгонки из нее свободной  $\text{CO}_2$ , делают отгонку карбонатной  $\text{CO}_2$ . Для этого в пробирку *Б* поглотителя *Г* наливают новую порцию 0.1 н. раствора щелочи. Через воронку *Д* в ил добавляют 5 мл 5 %-й  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и проводят отгонку  $\text{CO}_2$ , как описано выше. Одновременно делают холостой опыт, т. е. производят отгонку в том же порядке, но вместо ила в колбу *А* добавляется свежeproкипяченная дистиллиро-

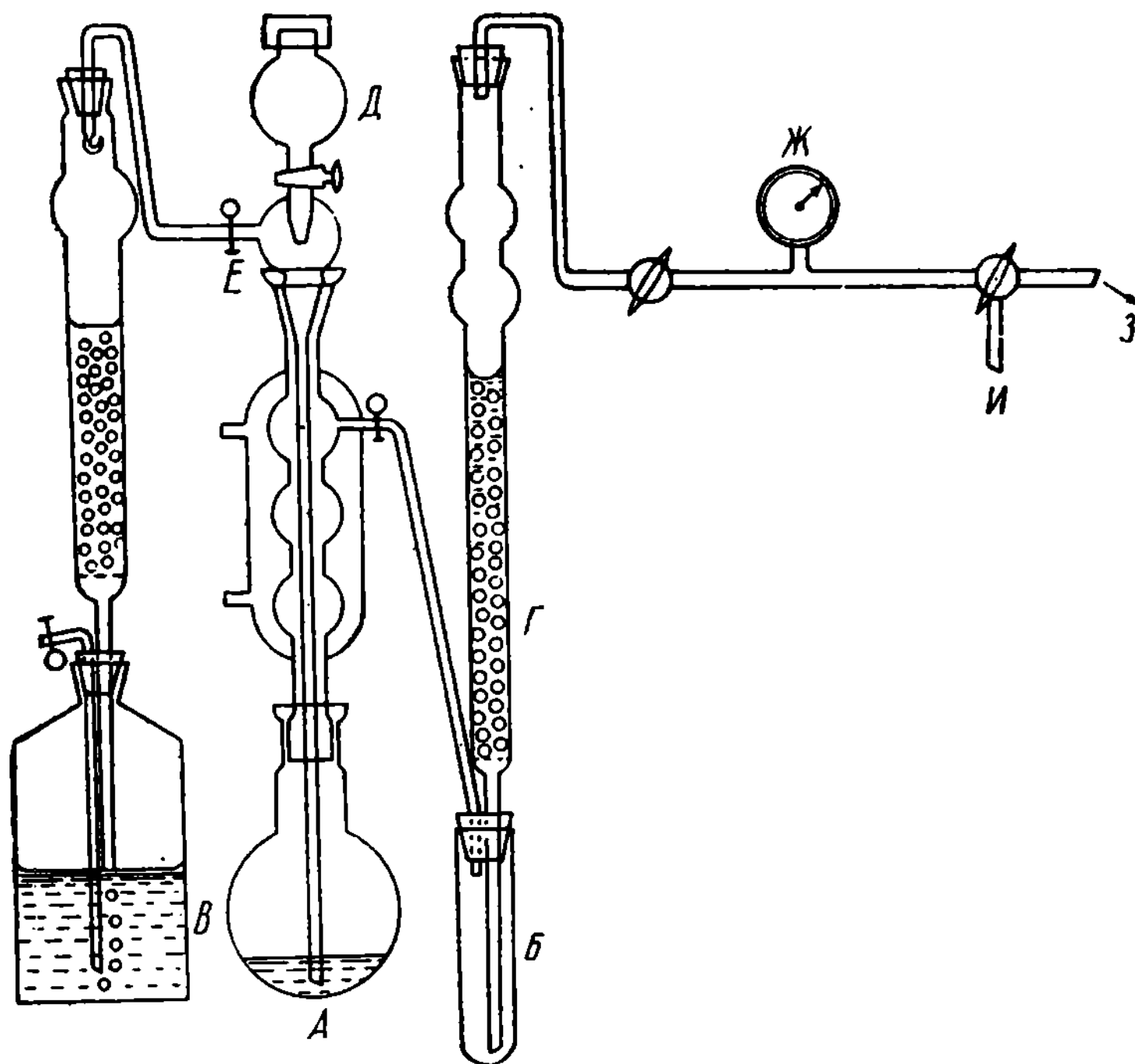


Схема прибора для определения карбонатов и органического углерода

*А* — колба, в которую помещаются анализируемые пробы; *Б* — пробирка поглотителя; *В* — поглотитель для очистки воздуха от  $\text{CO}_2$ ; *Г* — поглотитель анализируемой углекислоты; *Д* — воронка для кислоты; *Е* — зажим; *Ж* — вакуумметр.

ванная вода. Количество углерода свободной  $\text{CO}_2$  и карбонатов в илу рассчитывается по разности объемов  $\text{HCl}$ , пошедшей на титрование щелочи после холостой отгонки  $\text{CO}_2$  и после отгонки ее из ила; 1 мл 0.05 н.  $\text{HCl}$  соответствует 0.3 мг углерода.

Для выяснения того, насколько четко с помощью описанного метода можно разделить свободную и карбонатную  $\text{CO}_2$  в илах, мы провели следующий опыт. В ил был добавлен меченый  $\text{C}^{14}$  карбонат ( $\text{Na}_2\text{C}^{14}\text{O}_3$ ). После нескольких дней инкубации из ила была произведена отдельная отгонка свободной и карбонатной  $\text{CO}_2$ . При этом каждый раз мы определяли количество отогнанной  $\text{CO}_2$  и ее радиоактивность. Результаты опытов, приведенные в таблице, показывают, что при отгонке без подкисления более 95 % внесенной радиоактивной  $\text{CO}_2$  попадает во фракцию углекислоты, которая свободно обменивает свой углерод на углерод легко диссоциирующего меченого карбоната. Последующая отгонка из этой же пробы при ее подкислении освобождает углекислоту, связанную в илу в виде частиц углекислого кальция, слабо обменивающего свой углерод на углерод ионов  $\text{C}^{14}\text{O}_3^{--}$ , находящихся в среде.



**Определение радиоактивности свободной и карбонатной  $\text{CO}_2$  в илах Рыбинского водохранилища после внесения  $\text{Na}_2\text{C}^{14}\text{O}_3$**

Характер ила	Условия отгонки	Форма $\text{CO}_2$	Отгонялось $\text{CO}_2$		Радиоактивность отгоняемой $\text{CO}_2$	
			мг $\text{C}/10$ г ила.	% от общего содержания $\text{CO}_2$	импульсы/мг углерода $\text{CO}_2$	% от общей радиоактивности углерода $\text{CO}_2$ и карбонатов
Торфяни- стый ко- ричневый.	Кипячение без под- кисления.	Свободная.	3.03	82.0	1215	95.3
	Кипячение с под- кислением.	Карбонатная.	0.66	18.0	61	4.7
Навозный серый.	Кипячение без под- кисления.	Свободная.	2.32	16.7	650	97.6
	Кипячение с под- кислением.	Карбонатная.	12.10	83.3	29	2.4

**О п р е д е л е н и е о р г а н и ч е с к о г о у г л е р о д а .** Содержание органического углерода в грунтах можно определять в том же приборе.

В колбу *A* емкостью не более 50 мл<sup>1</sup> вносят навеску сухого ила с ориентировочным содержанием углерода в 4—8 мг. В пробирку *B* поглотителя *Г* наливают 15 мл 0.1 н. раствора щелочи, а в воронку *Д* — 4—5 мл хромовой смеси, приготовленной по методу Ван-Слайка и Фолч (цит. по Асатиани 1954). В приборе создается вакуум. После проверки прибора на герметичность через него устанавливают очень слабый ток воздуха. В колбу *A* вносят хромовую смесь из воронки *Д* и ее содержимое кипятят на слабом огне в течение 10 мин. Затем горелку отставляют и усиливают ток воздуха. Двуокись углерода отгоняют из колбы *A* в течение 10 мин. Количество  $\text{CO}_2$ , поглощенное щелочью, определяют тем же способом, который применяется для определения  $\text{CO}_2$  и карбонатов.

Холостой опыт проводят в том же порядке, но вместо ила в колбу вносят 1 мл дистиллированной воды.

Если ил содержит карбонаты, то, прежде чем определять в нем содержание органического углерода, необходимо предварительно их разрушить. Для этого в колбу *A* после внесения в нее навески ила добавляют 5 мл 60%-й  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Колбу присоединяют к прибору и через нее производят просасывание воздуха для удаления  $\text{CO}_2$ . Щелочь в поглотитель *Г* добавляют в этом случае лишь после удаления  $\text{CO}_2$  из ила. После добавления щелочи в поглотитель *Г* в колбу *A* вносят хромовую смесь и определение ведут в том же порядке.

#### ЛИТЕРАТУРА

- А с а т и а н и В. С. 1954. Биохимический анализ, ч. 1. Тбилиси.  
С о р о к и н Ю. И. 1958. Микрофлора и химический состав грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Биолог. ст. «Борок», вып. 3.

<sup>1</sup> Колбу в этом случае можно заменить пробиркой емкостью 10—15 мл из жаростойкого стекла.



И. П. ДЬЯЧЕНКО

## АВТОМАТИЧЕСКИЙ ЗАКРЫВАЮЩИЙСЯ ПЛАНКТОБАТОМЕТР

Для количественного учета планктона в пресных водоемах в настоящее время вместо сетей, дающих неточные результаты вследствие несовершенства фильтрации воды, все чаще применяются различные орудия, вырезающие определенные объемы воды, типа планктоночерпателей или батометров. Широко применяющиеся планктоночерпатели типа Богорова и Вовка, имеющие днища и крышки, при опускании перемешивают слои воды и распугивают рачков, причем наличие складывающихся стенок из шелкового газа является источником постоянных повреждений и неполадок, замедляющих ход работы.

Нами сконструирован прибор с металлическими стенками, не перемешивающий слои воды и быстро автоматически высекающий определенный ее объем по достижении заданной глубины. Этот прибор, названный нами планктобатометром, может быть использован как планктоночерпатель и как батометр.

Планктобатометр опускается с вертикально поставленными крышками, захлопывающимися немедленно после остановки движения, чем достигается как беспрепятственное прорезание воды, так и захватывание подвижных организмов. Закрывание производится без применения посыльного груза под действием силы тяжести прибора на замыкающий механизм.

Основной частью прибора является металлический цилиндр, отверстия которого закрываются навесными крышками, на внутренних сторонах которых, как и в пазах по краям цилиндра, находятся резиновые прокладки (19), создающие герметичность, а также амортизацию при захлопывании.

На верхней крышке прибора имеется краник (7), при открывании которого исключается возможность образования вакуума, что ускоряет вытекание воды из прибора.

Нижняя крышка имеет на себе воронкообразный фильтр, закрытый двойной сеткой (29): внутренней — частой, наружной — редкой и прочной, защищающей от механических повреждений. На внутреннюю сетку накладывается кружок из шелкового газа необходимого номера, после чего сетка закрепляется шурупами в нижней части фильтра.

В закрытом положении нижняя крышка удерживается защелкой (31), находящейся на стороне, противоположной той, где расположен спусковой механизм. Обе крышки навешены на шарниры (8), крепятся к задней стенке прибора с помощью кронштейнов (11) и захлопываются от натяжения спиральных пружин (15).

Для взятия проб воды прибор, подвешенный за кольцо (1) к тросу лебедки, заряжается посредством поднятия крышек до вертикального положения. При этом пластинки (21), упираясь в скошенные концы замыкателей (16), отводят их в стороны. Затем под давлением пружины (12)

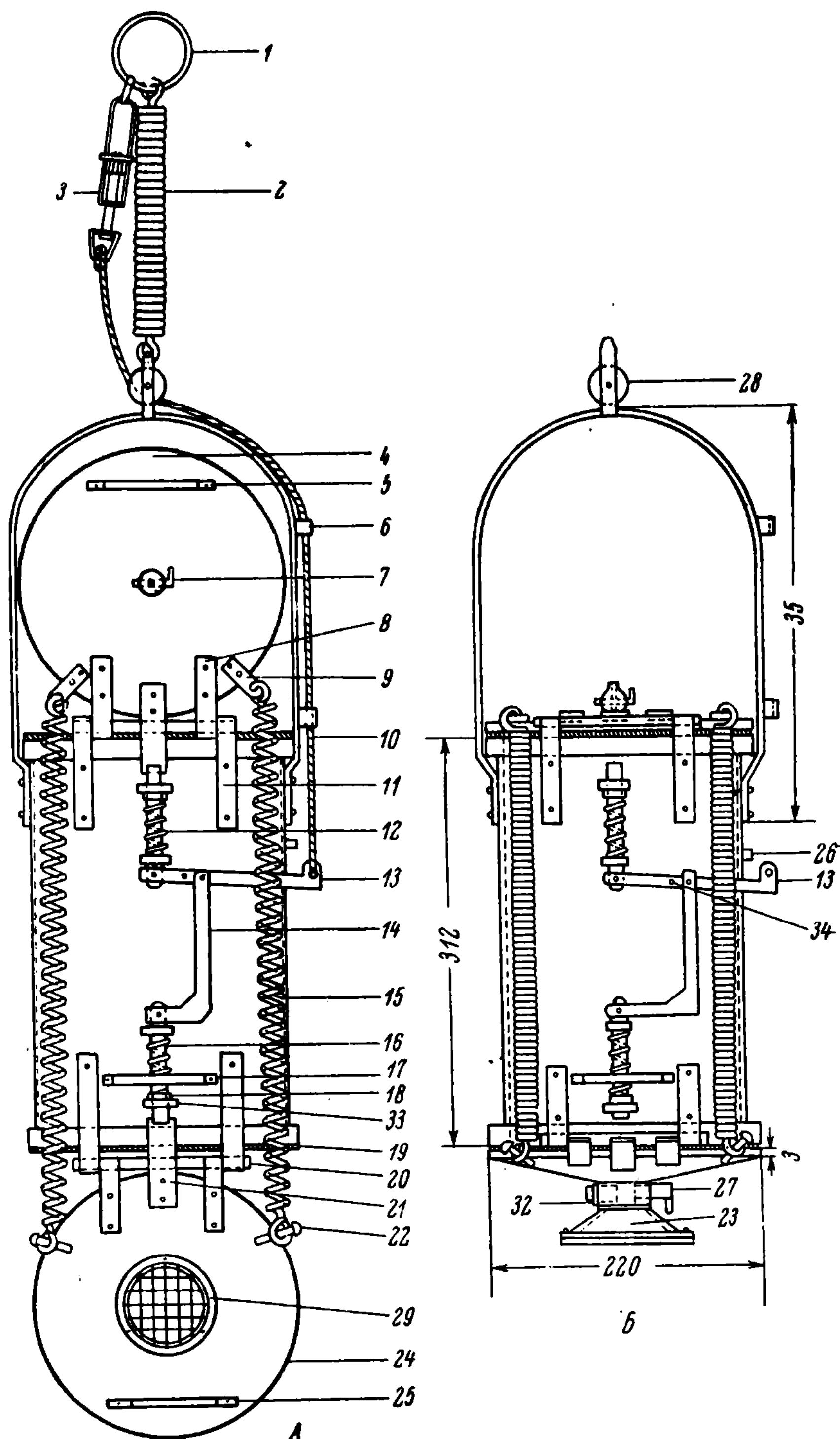


Рис. 1. Внешний вид планктобатомера со стороны спускового механизма.

А — в открытом виде; Б — в закрытом виде. 1 — кольцо для крепления пружины и регулятора; 2 — верхняя пружина; 3 — регулятор для изменения длины соединительного тросика; 4 — верхняя крышка; 5 — ручка для открывания крышки; 6 — скоба для прохождения соединительного тросика; 7 — краник для вхождения воздуха в прибор; 8 — шарнир; 9 — петля; 10 — соединительный тросик; 11 — кронштейн; 12 — пружина замыкателя; 13 — спусковой рычаг; 14 — соединительный рычаг; 15 — пружина для закрывания крышек; 16 — замыкатель; 17 — ручка для удержания прибора; 18 — упор для пружины замыкателя; 19 — резиновая прокладка в пазу цилиндра; 20 — ось шарнира; 21 — пластинка, удерживающая крышку в открытом положении; 22 — болт; 23 — фильтр; 24 — нижняя крышка; 25 — ручка для открывания нижней крышки; 26 — стопор, ограничивающий подъем спускового рычага; 27 — краник фильтра; 28 — блок; 29 — сетка и фильтр; 30 — основание фильтра; 31 — пластинка-упор для замыкателя; 32 — ось спускового рычага.



замыкатели возвращаются на прежнее место, закрывают края пластинок и таким образом удерживают крышки открытыми.

Заряженный прибор на свободном, но несколько заторможенном ходу лебедки (при большой скорости спуска его может заносить в сторону от вертикали) опускается в толщу воды. За 2 м до заданного горизонта лебедке дается полный ход, а затем она резко затормаживается до полной остановки. В связи с этим сила инерции падающего прибора тотчас растягивает верхнюю пружину (2), соединительный тросик (10) натягивается и поднимает конец спускового рычага (13). В результате этого замыкатели отходят, освобождая пластинки, и прибор закрывается.

Для захлопывания крышек необходимо, чтобы при растяжении пружины (2) тросик натягивался. Если этого не происходит, длина тросика может быть несколько увеличена или уменьшена при помощи прикрепленного к верхнему концу его регулятора (3) с вращающимся болтом.

Для извлечения планктона из поднятого на поверхность воды прибора открываются верхний и нижний краны, и вода пропускается через фильтр. Затем фильтр вывинчивают, вставляют в склянку вверх дном и смывают содержимое (лучше пипеткой с баллоном).

При желании получить планктон для обработки отстойным методом необходимый объем воды берется из планктобатометра через патрубок (30) или через основание фильтра (32), а также через верхний край прибора после поднятия крышки.

При использовании прибора в качестве батометра на место фильтра вставляется патрубок (30) и на него надевается резиновая трубка с зажимом, через которую удобно наполнять необходимую посуду. Значительный объем воды (10 л) позволяет взять пробы для всей серии гидрохимических анализов за один подъем.

При взятии проб с поверхности воды использование планктобатометра возможно не только со стоящих на якорь судов, но и при движении на небольшой скорости.

Процесс заряжения и взятия проб прибором занимает сравнительно немного времени. Так, с шести горизонтов (0, 2, 4, 6, 8, 10 м) пробы брались менее чем за 10 мин.

Общий вес прибора — 13.3 кг, объем — 10 л. Изготовлен планктобатометр в основном из стали различных номеров с незначительным количеством латуни и резины.

Пробные ловы придонного планктона на глубине 16 м в период с 4 по 7 марта 1959 г. в Переборском заливе Рыбинского водохранилища показали хорошие технические качества планктобатометра и значительно большую уловистость по сравнению с планктоночерпателем системы Богорова.

## ТЕМАТИКА ИНСТИТУТА ГИДРОБИОЛОГИИ АН УССР ПО ИЗУЧЕНИЮ КАХОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И р. ДНЕПР<sup>1</sup>

Ведутся систематические исследования по становлению гидрохимического и биологического режимов Каховского водохранилища. Изучаются процессы формирования гидрохимического режима, в частности динамика биогенных веществ и растворенных органических веществ, начиная с момента заполнения чаши Каховского водохранилища (июль, 1955 г.). В комплексе с гидрохимическими ведутся гидробиологические и ихтиологические исследования. Изучаются: состав, сезонная и многолетняя динамика фито- и зоопланктона, фито- и зообентоса; закономерности формирования высшей водной растительности; динамика численности и биомассы микрофито- и микрозообентоса, а также работы по методике исследования микробентоса; экология вселенных в Каховское водохранилище гаммарид, мизид и кумацей, а также рыб; биология и динамика численности рыб, в частности их размножение, биология молоди рыб, ее количественный учет и прочее; влияние плотины Каховской гЭС на гидрохимический и биологический режимы низовьев Днепра, в частности на процессы воспроизводства стада полупроходных и проходных рыб, а также на эмбриональное развитие рыб.

В качестве отдельной темы ведутся исследования по выявлению закономерностей изменения гидрохимического и биологического режимов различных районов р. Днепр в связи с запроектированным зарегулированием его каскадом водохранилищ. В этом плане изучаются: региональные и типологические особенности Днепра в различных почвенно-географических зонах; условия размножения рыб на различных участках реки; закономерности изменения режима реки на примере существующих днепровских водохранилищ; закономерности воздействия плотин и режима пуска воды и работы гидроэлектростанций на нижележащие участки реки и водохранилища.

Ведутся паразитологические исследования массовых форм кормовых беспозвоночных, исследования по биохимии беспозвоночных и физиологии рыб (азотистый обмен, роль кальция и т. п.).

---

<sup>1</sup> Печатается в порядке информации о биологических исследованиях на водохранилищах (см. «Бюллетень Института биологии водохранилищ», № 1, 1958).

**БЮЛЛЕТЕНЬ ИНСТИТУТА  
БИОЛОГИИ ВОДОХРАНИЛИЩ № 5**

***Утверждено к печати  
Институтом биологии водохранилищ  
Академии Наук СССР***

**Редактор издательства А. А. Стрелков  
Технический редактор А. В. Смирнова  
Корректор И. А. Кириллова**

**Сдано в набор 24/VIII 1959 г. Подписано  
к печати 12/X 1959 г. Формат бумаги  
70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub>. Печ. л. 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>=4.93  
усл. печ. л. Уч.-изд. л. 3.92. Изд. № 1030.  
Тип. зак. 305. М-24483. Тираж 1500.  
Цена 2 р. 75 к.**

**Ленинградское отделение Издательства  
Академии Наук СССР  
Ленинград, В-164, Менделеевская лин., д. 1**

---

**1-я тип. Издательства Академии  
Наук СССР  
Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12.**