



ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

68

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 68



ЛЕНИНГРАД
„НАУКА“
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1985

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

Biology of Inland Waters
Information Bulletin

№ 68

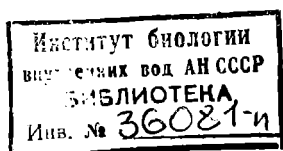
УДК 577.472 (28)

Бюллетень содержит материалы по морфологии и систематике гидробионтов, составу и распределению фитопланктона, макрофитов, микрозооперифитона. Анализируются изменения биоценозов под воздействием антропогенных факторов. Рассматривается ряд методических вопросов водной микробиологии и ихтиологии.

Бюллетень представляет интерес для широкого круга специалистов в области гидробиологии и ихтиологии.

Ответственный редактор А.А. БЫЛИНКИНА

Рецензенты: Л.А. КУТИКОВА, В.Н. ЯКОВЛЕВ



Б $\frac{2001050100-714}{042(02)-85}$ 218-85-1У

© Издательство „Наука“, 1985 г.

ПАМЯТИ МИХАИЛА АЛЕКСЕЕВИЧА ФОРТУНАТОВА

5 июня 1984 г. в возрасте 84 лет в пос. Борок Ярославской области скончался широко известный лимнолог и географ д-р биол. наук Михаил Алексеевич Фортунатов.

М.А. Фортунатов родился 7 декабря 1899 г. в г. Киеве в семье профессора А.Ф. Фортунатова. М.А. Фортунатов в 1917 г. поступил в Петровскую Сельскохозяйственную Академию (ныне академия им. Тимирязева) и с 1917 по 1920 гг. учился на агрономическом отделении, а с 1921 г. по 1923 г. — на отделении рыбоведения. Одновременно под руководством В.В. Станчинского занимался орнитологией и зоогеографией, что определило его интерес к физической географии на всю жизнь.

По окончании академии М.А. Фортунатов сначала работал в Керченской ихтиологической лаборатории, затем с декабря 1923 г. по 1931 г. заведовал Севанской ихтиологической станцией, а после ее реорганизации был директором Севанской озерной станции. Здесь он близко познакомился с профессором А.Н. Державиным.

В 1931 г. М.А. Фортунатова перевели в Москву в Центральный институт рыбного хозяйства. В январе 1932 г. его переводят в Тихоокеанский институт Рыбного хозяйства для организации в Петропавловске-на-Камчатке Камчатского отделения этого института.

С 1945 по 1946 гг. Фортунатов заведовал лабораторией нефтяного промысла в районе р. Яренги близ Ухты, Коми АССР.

В апреле 1946 г. был назначен заведующим лабораторией рыбохозяйственной станции на Аральском озере, где возглавлял работы, проводившиеся в дельтах рек Амударьи и Сырдарьи.

В 1950 г. ушел из системы ВНИРО и работал в экспедициях, организованных лабораторией озероведения Академии наук СССР, в дельте Амударьи и на Белых прудах Волгоградской области.

В мае 1956 г. М.А. Фортунатов стал научным сотрудником на биологической станции „Борок“, которая в этом же году была преобразована в Институт биологии водохранилищ, а в 1962 г. — в Институт биологии внутренних вод Академии наук СССР.

В декабре 1961 г. Высшей аттестационной комиссией М.А. Фортунатову без защиты диссертации была присуждена ученая степень доктора биологических наук, и он был назначен старшим научным сотрудником лаборатории гидрологии Института биологии внутренних вод АН СССР. С 1979 г. М.А. Фортунатов, уйдя на пенсию, оставался консультантом Института биологии внутренних вод.

В течение первого периода жизни интересы М.А. Фортунатова лежали в области ихтиологии и лимнологии. Так, будучи директором Севанской озерной станции, он занимался акклиматизацией в озере ладожского сига и севанской форели в оз. Иссык-Куль. В этот же период им были проведены физико-географические и лимнологические исследования Севана, до использования его вод на орошение сельскохозяйственных угодий. С 1927 г. М.А. Фортунатовым были развернуты широкие лимнологические исследования высокогорных озер Кавказа: Кана-Лич, Пара-Лич, Кари-Лич, Гек-Гель, Табашури, Паравани, Сагано, Эйзени и других.

С 1946 г. М.А. Фортунатов занимался изучением промысловых рыб в реках Амурь и Сырдарья.

Последний период его научной деятельности, после перехода на работу в Институт биологии внутренних вод, был связан с рядом физико-географических и лимнологических исследований различных водоемов бассейна Волги.

Особенно его интересовали прозрачность и цветность воды — факторы, используемые впоследствии в качестве типологического признака. Впервые для этих целей он провел аэро съемку и визуальные наблюдения на Рыбинском и Куйбышевском водохранилищах. Так же исследовались водоемы дельты Амурь.

В этот же период М.А. Фортунатов опубликовал ряд обобщений по районированию и народнохозяйственному использованию Волги и Волжско-Камского каскада водохранилищ. Им были составлены путеводители по Ярославской области для участников 17 Международного конгресса лимнологов, происходившего в 1971 г. в СССР, и написан ряд обзоров и обобщений по меромиктическим озерам мира, к которым он всегда проявлял живой интерес.

Впервые М.А. Фортунатовым был проведен Мировой регистр крупных плотин и составлена их картотека. Результаты работы по мировому фонду водохранилищ и их типизации были доложены в 1961 г. на заседании Географического общества СССР. М.А. Фортунатовым написано 100 научных работ по различным аспектам лимнологии. Высокая эрудиция М.А. Фортунатова и обширные познания не только в лимнологии, но и смежных биологических дисциплинах снискали ему глубокое уважение и признание научной общественности.

Михаил Алексеевич Фортунатов был глубоким оптимистом и весьма общительным человеком. До конца жизни он обладал прекрасной памятью и охотно делился со всеми своими знаниями.

Память о Михаиле Алексеевиче Фортунатове — крупном ученом и добром человеке надолго сохранится в наших сердцах.

II СИМПОЗИУМ ПО ПОПУЛЯЦИОННОЙ БИОЛОГИИ ГЕЛЬМИНТОВ ВОДНЫХ ЖИВОТНЫХ

С 3 по 5 апреля 1984 г. в пос. Борок Ярославской области проходил II Симпозиум по популяционной биологии гельминтов водных животных и методам ее изучения, организованный Лабораторией гельминтологии АН СССР, Институтом биологии внутренних вод АН СССР и Всесоюзным обществом гельминтологов при АН СССР.

В работе Симпозиума участвовало 38 специалистов по экологии гельминтов водных животных. Было заслушано 20 докладов, посвященных различным аспектам структуры популяций и динамики численности гельминтов водных животных. Число специальных исследований по проблемам популяционной биологии паразитов со времени проведения I Симпозиума по данной проблеме, состоявшегося в 1980 г., значительно возросло. Об этом свидетельствует тематическое разнообразие докладов, представленных на настоящем собрании.

Большой интерес вызвал доклад В.Л. Контримавичуса, в котором анализировались перспективы изучения генетических механизмов взаимоотношений паразитов с их хозяевами. Это направление, имеющее принципиально важное значение для решения теоретических и практических задач экологической паразитологии, только начинает у нас развиваться.

В ряде докладов были представлены новые фактические данные о структуре популяций разных систематических групп гельминтов: цестод (А.В. Аникиева, С.М. Соусь), трематод (Е.П. Иешко), скребней (В.Г. Серов). Большая группа сообщений была посвящена изучению распределения численности популяций отдельных видов гельминтов (моногоней, цестод, нематод) на личиночных и взрослых стадиях развития в популяциях промежуточных и окончательных хозяев (Н.А. Изюмова и Т.И. Жарикова, Б.Е. Казаков, О.Н. Пугачев, А.В. Сысоев, Д.Г. Цейтлин, В.П. Ясюк и др.). Влияние различных факторов среды на распределение паразитов продемонстрировано в докладах О.Н. Юнчиса, Е.П. Иешко, Г.Д. Цейтлина и др.

В докладе В.И. Фрезе подчеркивается важность изучения фенотипических признаков паразитов при анализе структуры их популяций и биоценотических связей. На основе исследования лентецов показана их широкая морфологическая изменчивость в зависимости от факультативного или облигатного паразитирования и ряда других факторов. В сообщении В.Я. Якушева рассмотрен один из возможных методов изучения регуляторных механизмов популяций гель-

минтов на примере системы „протеоцефалус-ряпушка“. Распределение представителей трех отрядов низших цестод в зависимости от способа прикрепления в спиральном клапане кишечника скатов рассмотрено Н.М. Бисеровой.

Теоретическим проблемам изучения численности популяций гельминтов и использованию современного математического аппарата для ее познания посвящены выступления А.Л. Лобанова и В.А. Ройтмана.

Тематика симпозиума была весьма широкой, что отмечалось всеми участниками дискуссии по заслушанным докладам. Всего в прениях выступили 25 человек. Кроме докладчиков в обсуждении сообщений участвовали О.Н. Бауер, Н.А. Головина, Б.И. Куперман, В.Р. Микряков и др.

В принятом решении симпозиума указано, что за истекшие 4 года проделан значительный объем работ по популяционной биологии паразитов животных водных биоценозов. Получены новые данные по структуре и динамике численности популяций паразитов разных систематических групп: моногеней (дактилогириды, дискокотиле, диплозооны), цестод (протеоцефалиды, дифиллоботриумы), трематод (бунадера, диплостомы), скребней (акантоцефалус) и раков (эргазилус). Расширился набор методов исследований, обязательным элементом подобных работ стало использование разнообразного математического аппарата.

Признано необходимым дальнейшее расширение и углубление исследований по популяционной биологии паразитов естественных и искусственных водоемов в целях разработки биологических основ интегрированных методов регуляции численности популяции патогенных паразитов.

Наиболее актуальными направлениями работ на ближайший период следует считать: изучение генетических механизмов регуляции численности популяций паразитов; изучение фенотипической изменчивости паразитов на разных уровнях их организации; расширение круга объектов исследований, включая представителей простейших; использование в проводимых исследованиях новых методов анализа материалов, а также стандартизации используемых способов изучения паразитов популяций; унифицирование терминологии, применяемой в исследованиях популяционной биологии паразитов; проведение многолетних исследований популяции паразитов на водоемах разной трофности в различных географических зонах. Организована комиссия по унификации терминологии, методов исследования паразитов.

III Симпозиум по популяционной биологии паразитов намечено провести в 1987 г. и привлечь к его работе специалистов по паразитам водных и наземных животных.

Б.И. Куперман

УДК 574.583 (28) : 581

Л.Г. Корнева, Г.В. Дружинина

О ЛЕТНЕМ ФИТОПЛАНКТОНЕ
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1981 г.

Последние сведения о фитопланктоне Рыбинского водохранилища относятся к 1968–1972 гг. [1]. Нами продолжена серия работ, предусматривающих сезонные наблюдения за распределением фитопланктона по акватории водохранилища и в толще воды. Исследования проводились с 29 июня по 5 июля 1981 г. на 13 постоянных станциях, расположенных на различных плесах водоема. Пробы отбирались тотально метровым батометром из верхнего двухметрового слоя воды и нижнего (от 3 м до дна).

По уровню развития фитопланктона выделялся Шекснинский плес (табл. 1). В верховье плеса преобладали диатомовые водоросли *Melosira italica* (Ehr.) Kütz. (0,8–4 мг/л). Ближе к центральной части водохранилища значительно возростала численность синезеленых водорослей, представленных главным образом *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs и *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend Elenk. Однако основную часть биомассы здесь составляли зеленые водоросли, до 70% которой приходилось на долю *Pteromonas angulosa* Lemn. До сих пор подобное явление не отмечалось [2, 3].

В Главном плесе почти на всех станциях доминировали синезеленые. Только в западной части плеса, на границе с Моложским (около пос. Брейтово), преобладали диатомовые (*Asterionella formosa* Hass.) с численностью до 1 млн. кл./л и биомассой 1,3 мг/л.

В Моложском плесе основной фон фитопланктона по численности создавали как синезеленые, так и диатомовые водоросли, но большая часть биомассы принадлежала диатомовым, из которой около 50% составляла *Melosira italica*.

В проточной части Волжского плеса (около г. Мышкино) наблюдалось массовое развитие диатомовых (*Stephanodiscus incognitus* Genkal et Kuzmin) с биомассой порядка 7 мг/л. Такой уровень биомассы можно наблюдать лишь в период весенней вегетации этих мелкоклеточных центрических диатомей. Ближе к открытой части водохранилища численность *Stephanodiscus incognitus*, как и всего фитопланктона, значительно убывала и основную долю биомассы составляли более крупные формы диатомей – *Melosira italica* и *Asterionella formosa*. В то же время здесь увеличивалось количество синезеленых. На границе с Главным плесом (район затопленного г. Мологи) число клеток *Aphanizomenon*

Т а б л и ц а 1

Средние численность (над чертой, млн. кл./л) и биомасса (под чертой, мг/л) фитопланктона

Плес	Синезе- леные	Золо- тистые	Диато- мовые	Желто- зеленые
Волжский	<u>1.69</u> 0.053	<u>0.15</u> 0.215	<u>2.75</u> 1.77	<u>0.005</u> 0.003
Моложский	<u>2.06</u> 0.166	<u>0.03</u> 0.041	<u>0.57</u> 0.396	-
Шекснинский	<u>3.87</u> 0.128	<u>0.03</u> 0.05	<u>4.55</u> 3.168	<u>0.001</u> 0.001
Главный	<u>2.75</u> 0.174	<u>0.03</u> 0.056	<u>0.29</u> 0.297	<u>0.001</u> 0.001

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

Плес	Пирофитовые	Эвгленовые	Зеленые	Общая
Волжский	<u>0.03</u> 0.097	-	<u>0.66</u> 0.247	<u>5.28</u> 2.385
Моложский	<u>0.003</u> 0.008	<u>0.003</u> 0.005	<u>0.12</u> 0.068	<u>2.79</u> 0.684
Шекснинский	<u>0.006</u> 0.01	<u>0.005</u> 0.009	<u>3.38</u> 1.054	<u>11.84</u> 4.42
Главный	<u>0.005</u> 0.011	<u>0.001</u> 0.002	<u>0.19</u> 0.052	<u>3.26</u> 0.593

flor-aquae составляло до 70% от общей численности водорослей планктона. По биомассе продолжали доминировать диатомовые.

Заметна неоднородность и в распределении фитопланктона в толще воды (табл. 2). Большая часть водорослей концентрировалась в верхнем двухметровом слое. Исключение составил верхний участок Шекснинского плеса (устье р. Суды), где скопление водорослей наблюдалось в нижних горизонтах.

Таким образом, основной фон фитопланктона Рыбинского водохранилища в исследованный период составляли диатомовые и синезеленые водоросли. Синезеленые доминировали главным образом в водных массах Главного плеса. Диатомовые преобладали на речных участках водохранилища. По общему уровню развития фитопланктона выделялся Шекснинский плес, в южной части которого (пристань „Мякса“) значительной биомассы достигали также и зеленые водоросли. По всей акватории большая часть водорослей была сосредоточена в верхнем двухметровом слое воды. По сравнению с истекшим периодом в целом характер летнего фитопланктона водохранилища практически не изменился.

Т а б л и ц а 2

Вертикальное распределение численности (I, млн. кл./л) и биомассы фитопланктона (II, мг/л) по акватории водохранилища

Плес	Станция	Гори- зонт	Синезеленые		Диатомовые		Зеленые		Общая	
			I	II	I	II	I	II	I	II
Волж- ский	У г. Мышкино	О-2	2,01	0,036	10,8	6,691	2,27	0,982	15,56	8,825
	У с. Коприно	З-дно	4,34	0,139	2,03	1,284	0,62	0,141	7,03	1,681
		О-2	1,06	0,046	2,20	1,64	0,46	0,12	4,12	2,334
		З-дно	0,24	0,022	0,99	0,535	0,17	0,023	1,44	0,596
Молож- ский	У бывшего	О-2	2,49	0,073	0,43	0,393	0,29	0,186	3,30	0,757
	г. Мологи	З-дно	0,007	0,000	0,06	0,076	0,13	0,032	0,21	0,126
	У г. Весегоновскá	О-2	4,67	0,406	0,69	0,504	0,10	0,024	5,52	0,98
		З-дно	1,02	0,075	0,28	0,164	0,04	0,003	1,35	0,319
Шекс- нинский	У д. Прогинье	О-2	1,96	0,132	0,96	0,688	0,25	0,212	3,24	1,119
		З-дно	0,58	0,051	0,35	0,23	0,08	0,036	1,03	0,325
	Устье р. Суды	О-2	0,98	0,05	6,46	4,707	3,56	0,784	11,04	5,577
		З-дно	0,39	0,011	11,03	8,011	4,38	0,84	16,17	8,999
	У с. Любеч	О-2	2,16	0,106	4,93	3,384	4,69	1,20	11,82	4,783
		З-дно	2,71	0,203	3,56	2,247	2,78	0,553	9,07	3,051
Главный	Пристань „Маяксá“	О-2	15,95	0,376	0,64	0,42	3,25	2,344	19,9	3,197
		З-дно	1,04	0,026	0,38	0,24	1,64	0,602	3,07	0,92
	У бывшего	О-2	2,74	0,085	0,03	0,016	0,16	0,008	3,03	0,273
		З-дно	0,73	0,01	0,02	0,008	0,11	0,004	0,88	0,045
	У д. Волково	О-2	1,22	0,041	0,16	0,111	0,32	0,126	1,74	0,403
		З-дно	0,33	0,006	0,04	0,026	0,09	0,028	0,48	0,075
	У с. Измайлово	О-2	16,58	1,374	0,02	0,004	0,13	0,017	16,76	1,469
		З-дно	1,21	0,032	0,02	0,004	0,19	0,12	1,44	0,176
	У с. Средний Двор	О-2	3,40	0,112	0,02	0,010	0,14	0,008	3,59	0,194
		З-дно	0,60	0,02	0,05	0,026	0,31	0,086	0,97	0,158
	У пос. Брейтово	О-2	0,47	0,061	0,88	1,014	0,09	0,037	1,51	1,266
		З-дно	0,20	0,004	1,69	1,753	0,33	0,093	2,23	1,893

1. Б а л о н о в И.М. Сезонная и годовая периодичность развития фитопланктона Моложского и западной части Главного плесов Рыбинского водохранилища в 1968–1972 гг. – В кн.: Антропогенные факторы в жизни водоемов. Л., 1976, с. 47–66.
2. К у з ь м и н Г.В., Е л и з а р о в а В.А. Фитопланктон Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища в 1963–1965 гг. – В кн.: Микрофлора, фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 1967, с. 104–134.
3. Р ы б и н с к о е водохранилище. Л., 1972. 364 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 582.26 + 581.9

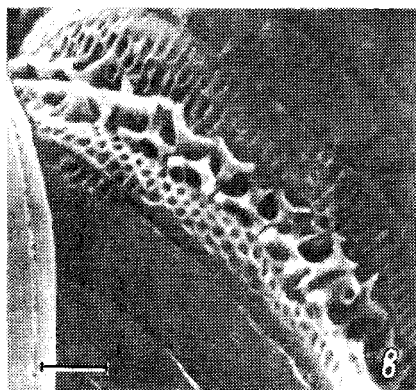
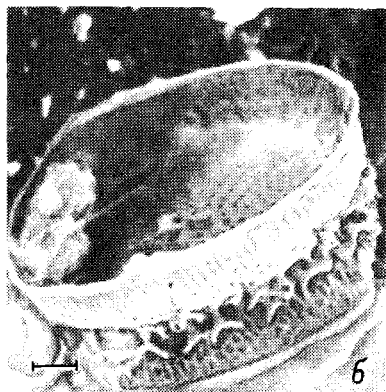
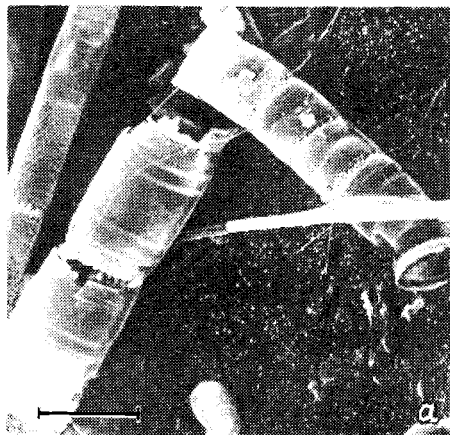
С.И. Генкал, Л.Г. Корнева

О НОВОМ ДЛЯ ФЛОРЫ СССР ПРЕДСТАВИТЕЛЕ РОДА STEPHANODISCUS EHR. (BACILLARIOPHYTA)

При изучении проб фитопланктона Шекснинского водохранилища (июль 1979 г.) с помощью светового микроскопа наряду с типовой формой *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg. нами были встречены колонии с меньшими диаметром и высотой клеток. Их изучение с помощью сканирующего электронного микроскопа позволило идентифицировать эту водоросль как *S. binderanus* var. *oestrupii* (A.Cl.) A.Cl. (см. рисунок).

Описание *S. binderanus* α *östrupi* приводится в работе Клеве–Эйлер ([1]: 55, fig. 73, a–c, Syn.: *Melosira östrupi* A.Cl.). Комбинация была осуществлена с нарушением правил Международного кодекса Ботанической номенклатуры. Позднее Штормер с соавторами провели электронно-микроскопическое изучение морфологии панциря этой водоросли и опубликовали новую законную комбинацию – *Stephanodiscus binderanus* var. *oestrupii* (A.Cl.) A.Cl. [3]. Основные отличия разновидности от типовой сводятся к присутствию в колонии клеток с грубоструктурными панцирями и сильно ветвящимися шипами. В нашем материале створки имели диаметр 7–8 мкм, число штрихов в 10 мкм составляло 14, что не соответствует описанию (11 в 10 мкм). Следует отметить, что другие исследователи [3] приводят микрофотографии этого таксона со значениями признаков, совпадающих с нашими.

Раунд [2] считает, что *Melosira östrupi* следует поместить в синонимику типовой формы. Штормер с соавторами полагают, что эта водоросль заслуживает ранга разновидности, и отмечают при этом, что в работе Клеве–Эйлер на рис. 73,а приведена var.



Stephanodiscus binderanus var. *oestrupii* (A. Cl.) A.Cl.
 а – колония (с более высокими клетками – типовая форма); б –
 внутренняя поверхность створки с центральным подпертым выростом;
 в – строение шипов.

binderanus, а на рис. 73, б – var. *oestrupii*. Мы присоединяемся к мнению последних и считаем, что, во-первых, на рис. 73, а действительно изображена типовая форма, а во-вторых, *oestrupii* – самостоятельный таксон. В подтверждение этого отметим, что у разновидности кроме перечисленных двух морфологических отличий от типовой формы существует и третье – наличие близ центра подпертого выроста (см. рисунок, б), всегда отсутствующего у var. *binderanus*.

1. C l e v e - E u l e r A. Die Diatomeen von Schweden und Finland. - K. Sven Vet. Akad. Handl., 1951, Bd 2, N 1, S. 1-163.
2. R o u n d F. Stephanodiscus binderanus (Kütz.) Krieger or Melosira binderana Kütz. (Bacillariophyta, Centrales). - Phycologia, 1972, vol. 11, N 2, p. 109-117.
3. S t o e r m e r E.F., K i n g s t o n J.C., S i c k o - G o o d L. The morphology and taxonomic relationships of Stephanodiscus binderanus var. oestrupii (A.Cl.) A.Cl. - Nova Hedwigia, 1979, vol. 64, p. 65-78.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.5(28)581

И.В. Д о в б н я

О ЗАРАСТАНИИ ОЗЕР КАЛИНИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Озера Верхнего Поволжья в ботаническом отношении изучены мало, причем большая часть исследований посвящена флоре водоемов. Некоторые вопросы формирования растительности представлены в работах А.П. Белавской [1] и Н.Я. Мироновой [4].

Выявление типов и степени зарастания озер составляли одну из задач исследований, проводимых нами в 1977-1979 гг. на 23 озерах Калининской области. В работе использованы общепринятые методики изучения высшей водной растительности [3].

Обследованные озера различны по площади, происхождению, трофности. Район характеризуется сочетанием равнин и холмистого рельефа с преобладанием лесных и болотных массивов. Большинство озер, кроме глухих болотных, проточны, связаны с реками Мста и Волчина, что создает условия благоприятного кислородного режима. Среди донных отложений преобладают озерные илы типа сапропелей и сапроколлаов.

Из обследованных озер наибольшие по площади - Мстино, Кубыч, Молдино, наименьшие - Гача, Черное, Белое (см. таблицу).

Глубина - один из факторов, определяющих развитие высшей водной растительности: чем мелководнее водоем, тем интенсивнее идет процесс его зарастания. Степень зарастания озер колеблется в интервале от 5 до 94% площади зеркала, но в большинстве озер заросли занимают 5-13%. Фитоценозы высших растений занимают преимущественно от трети до половины мелководной зоны.

Сопоставляя карты растительности озер, составленные нами в 1977-1979 гг., с картами 1932 г. [2], можно сказать, что

Площади растительности и степень зарастания озер

Озеро	Площадь озера, га	Площадь мелководий с глубинами до 2 м, %	Площадь растительности, га	Степень зарастания, %
Бельское	268.7	100	88.8	33
Коломенское	491.6	21	52.4	11
Заверховье	89.6	100	62.7	70
Островно	301.0	12	17.7	6
Имолжье	763.6	34	158.3	21
Дивинец	41.6	20	3.0	7
Дупле	18.2	100	17.1	94
Гача	2.8	15	0.1	5
Белое	7.2	24	0.7	9
Черное	4.2	25	0.5	11
Мошники	179.2	43	24.1	13
Боровно	135.2	22	15.6	11
Мстино	1370.4	23	153.0	11
Пудоро	781.0	60	312.0	40
Яшино	671.2	78	115.0	17
Шишево	297.6	31	68.0	23
Кубыч	909.0	24	66.0	7
Молдино	900.0	27	51.2	6
Перхово	618.4	30	58.2	9
Рогозно	298.5	41	76.9	26
Чеполшево	102.8	25	8.5	8
Беленькое	40.3	25	3.3	8
Братановское	26.4	56	3.3	13

растительный покров естественных водоемов в отличие от искусственных довольно стабилен в течение многих десятков лет.

Растительности озер Верхней Волги свойственны простые по строению и сравнительно бедные по флористическому составу ассоциации. Озера мезотрофного, олиготрофного, а также типично дистрофного типов характеризуются небольшим разнообразием ассоциаций. Усложнение структуры последних наблюдается прежде всего с увеличением трофности водоемов; в эвтрофных озерах встречаются более сложные растительные группировки.

Для ряда озер (Мстино, Пудоро, Перхово, Кубыч, Островно, Имолжье) типичны исключительно простые по ярусному строению, видовому и доминантному составу растительные группировки. Усложнение фитоценозов наблюдается только при впадении речек, ручьев, ключей. Наиболее распространены монодоминантные ассоциации *Phragmites communis*, *Equisetum fluviatile*, *Scolochloa festucacea*, *Glyceria maxima*, *Scirpus lacustris* и двухдоминантные, состоящие из тех же самых видов в сочетании друг с другом.

На озерах Рогозно, Шишево, Чеполшево, Беленькое распространены сложные растительные группировки. Усложнение проявляется прежде всего в пятнистости и неравномерности сложения растительного покрова, увеличении числа доминант и количества видов в сообществах. Вместе с тем уменьшается доля участия односоставных зарослей, наблюдается преобладание фитоценозов с двумя и более доминантами: *Phragmites communis* + *Scirpus lacustris*, *Scirpus lacustris* + *Phragmites communis*-*Nymphaea candida*, *Scirpus lacustris*-*Nuphar lutea*-*Potamogeton lucens*, *Nymphaea candida* + *Potamogeton natans*-*Potamogeton lucens*-*Ceratophyllum demersum*.

По доминирующим в растительном покрове фитоценозам можно выделить несколько типов зарастания озер.

Для озер Мстино, Перхово, Кубыч, Островно, Имоложье характерен тростниковый тип зарастания. Заросли тростника занимают обширную литоральную зону с глубинами от 0 до 80 см и расположены вдоль береговой линии полосами до 20 м. Преобладают фитоценозы *Phragmites communis purum*, часто встречаются *Phragmites communis* + *Scirpus lacustris*, *Phragmites communis* + *Equisetum fluviatile*. Сообщества с господством *Phragmites communis* составляют от 40 до 80% от площади всей растительности.

На озерах Пудоро, Шишево, Коломно преобладают фитоценозы рдестов. Широко распространены ассоциации *Potamogeton perfoliatus*, *P. praelongus* и *P. lucens*. Сообщества рдестов на этих водоемах занимают от 40 до 70% от площади всех зарослей.

Слабопроточные озера с подтоком болотных вод зарастают по нимфейному типу, который особенно ярко выражен на оз. Мошники, где обширное водное пространство занимают фитоценозы *Nymphaea candida* и *Nuphar lutea*. Ближе к берегу ассоциации *Phragmites communis*-*Nymphaea candida*. В целом по озеру 75% площади растительности представлено фитоценозами с господством нимфейных.

На типично дистрофных озерах Гача, Черное, Белое наблюдается осоково-нимфейный тип зарастания. Торфянистый ил и высокое содержание органических веществ в этих водоемах обуславливают специфичность растительного покрова, что проявляется в развитии пояса осок с болотными растениями, отсутствующего на других озерах. Широко распространены ассоциации *Carex rostrata*, *Carex rostrata* + *Calla palustris*, *Carex rostrata* + *Phragmites communis*. Пояс растений с плавающими листьями представлен разреженными сообществами *Nuphar lutea* + *Nymphaea candida*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans* + *Nymphaea candida*-*Elodea canadensis*, *Nuphar lutea*-*Elodea canadensis*. Кое-где по западным берегам встречаются осоково-сфагновые сплавины.

Выделение типов зарастания озер по доминирующим фитоценозам несколько условно. Не все водоемы четко можно отнести к то-

му или иному типу, поскольку встречаются озера, зарастание которых идет по-разному: для восточных берегов характерно наличие простых по строению монодоминантных сообществ, для западных – усложненных, с двумя и более доминантами. Часто по западным берегам можно наблюдать признаки заболачивания – сплавины. В целом для естественных водоемов Верхней Волги справедлив закон Клинге, по которому в северо-западных районах СССР интенсивному зарастанию подвержены северо-западные части озер, так как господствующий здесь летом ветер – северо-западный.

Л и т е р а т у р а

1. Б е л а в с к а я А.П. Высшая водная растительность верхневолжских озер. – В кн.: Микрофлора, фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 1967, с. 135–146.
2. М а т е р и а л ы по озерам верховьев и водоразделов рек Мсты, Волчины и Тверцы. – Тр. Лимнол. станции в Косине, 1938, вып. 1. 262 с.
3. М е т о д и к а изучения биоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 240 с.
4. М и р о н о в а Н.Я. Условия зарастания некоторых озер Калининской области. – Гидробиол. журн., 1972, т. 8, № 5, с. 14–32.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 582.532-14

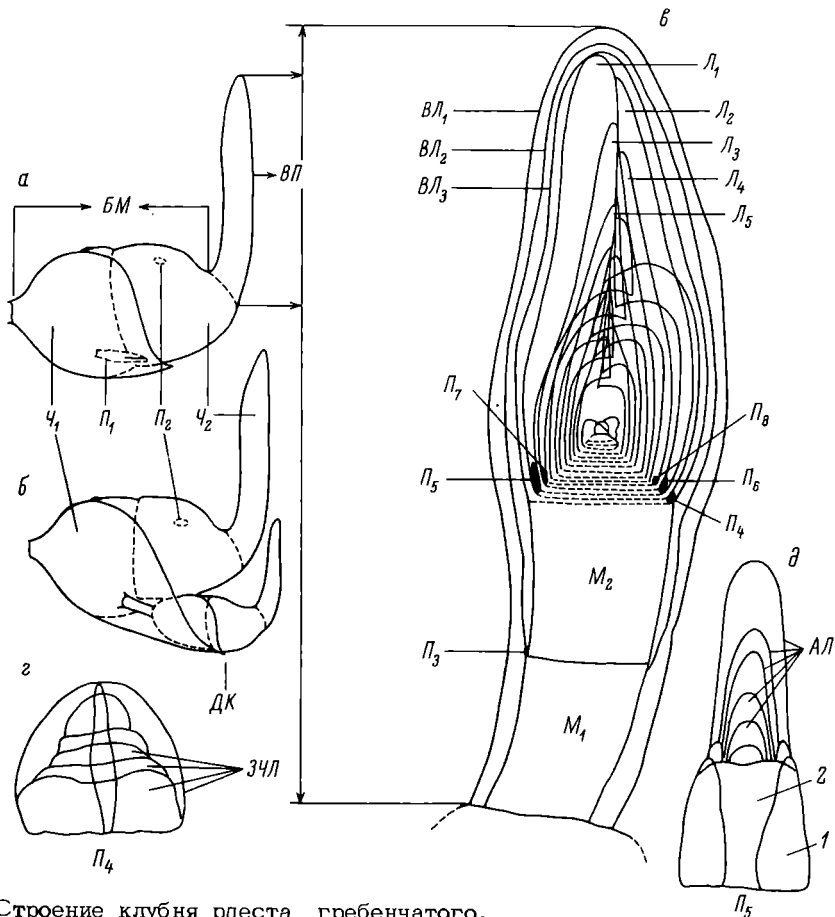
А.Г. Л а п и р о в

МОРФОЛОГИЯ И РАЗВИТИЕ ВЕРХУШЕЧНОЙ ПОЧКИ КЛУБНЯ РДЕСТА ГРЕБЕНЧАТОГО (*POTAMOGETON PECTINATUS* L.)

Рдест гребенчатый – обычный вид, встречается повсеместно в водоемах, активно размножается вегетативно. Интересной особенностью его возобновления является образование клубней, однако данные по их строению и развитию очень скудны и противоречивы [2–4].

Цель нашей работы – изучение морфологии и развития верхушечной почки клубня (ВП клубня). Материал собран на Угличском водохранилище. Для изучения емкости¹ верхушечной почки клубни отбирались по 15–20 экз. ежемесячно с июня по октябрь в 1980–1981 гг. (всего 500). Часть сборов хранилась в холодильной ка-

¹ Термин Т.И. Серебряковой [1].



Строение клубня рдеста гребенчатого.

Объяснения см. в тексте.

мере при температуре 4 °С и грунте на дне пруда (октябрь–ноябрь) для исследования ритма развития.

По данным иностранных авторов [2–4], клубень состоит из двух базальных междоузлий (БМ) (см. рисунок, а), покрытых двумя чешуями. Нижняя чешуя (Ч₁) короткая, начинается от последнего узла столона и покрывает только междоузлие клубня. Верхняя (Ч₂) – (см. рисунок, а, б) более длинная, начинается от узла клубня и покрывает следующее междоузлие и верхушечную почку, расположенную на апикальном конце. В пазухе нижней чешуи находится почка (П₁), часто образующая дочерний клубень (ДК). Здесь наблюдается резко выраженная конкаулесценция – осевой сдвиг пазушной почки в верхнюю половину междоузлия за счет сильного разрастания и паренхиматизации зоны, лежащей ниже заложенной

почки. В пазухе верхней чешуи также находится почка, сдвинутая по оси (Π_2), однако она слабо развита и в наших условиях не образует дочернего клубня.

Наши исследования верхушечной почки клубня показывают, что к сентябрю образуется 13 (14) зачатков листьев, скрытых под верхней чешуей (см. рисунок, в). Три из них ($ВЛ_1$ – $ВЛ_3$) представлены только влагалищной частью, полностью охватывающей последующие фитомеры. Они имеют маленькие парные прилистники (на рисунке не показаны), занимающие внутреннее, как бы пазушное, положение. Первый зачаток ($ВЛ_1$) покрывает два междоузлия (M_1 – M_2), хорошо выраженные уже в почке, и фитомеры, расположенные выше. Второй зачаток ($ВЛ_2$) покрывает междоузлие (M_2) и вышерасположенные фитомеры. Третий зачаток ($ВЛ_3$) покрывает четвертый и последующие (на рисунке обозначены лишь пять из них – $Л_1$ – $Л_5$). Зачатки ($Л_1$ – $Л_5$ и последующие) имеют листовую пластинку, их прилистники сростаются, становятся медианными, пазушными, охватывающими вышерасположенные фитомеры.

В пазухах листовых зачатков находятся боковые почки. К сентябрю их было шесть (Π_3 – Π_8). Они различаются между собой размерами и емкостью. Рассмотрим их особенности. Почка в пазухе второго листового зачатка (Π_3) развита слабо, чаще же совсем не образуется. В пазухах, с третьей по седьмую, боковые зачаточные почки (Π_4 – Π_8) развиты хорошо. Почка в пазухе третьего листового зачатка (Π_4) (см. рисунок, г) качественно и морфологически отличается от почки Π_5 , расположенной в пазухе листового зачатка $Л_1$ (см. рисунок, д): их размеры равны соответственно 0,2–0,3 и 0,5–1,1 мм, а емкость – максимально шесть и восемь зачатков. Кроме того, у почки Π_4 хорошо заметны четыре зачатка чешуевидных листьев (см. рисунок, г – 3ЧЛ), остальные ассимилирующие (АЛ), у почки Π_5 – чешуевидных листьев два (см. рисунок, д, 1, 2). Почки Π_6 – Π_8 по строению сходны с почкой Π_5 , отличаются от нее меньшими размерами и емкостью.

Строение верхушечной почки дочернего клубня (см. рисунок, б) сходно с таковым родительского, но отличается от последнего меньшими размерами, количеством листовых зачатков и боковых почек (см. таблицу).

Клубни на подземных столонах рдеста гребенчатого формируются в конце июня–начале июля и проходят стадию относительного покоя. С начала июля у верхушечной почки родительского клубня (и внутри нее у боковых) обнаружено увеличение числа листовых зачатков (емкости), возрастает и число боковых почек. Накопление зачатков в закрытой верхушечной почке родительского клубня (созревание [1]) длится до сентября, зрелая почка содержит 13–14 зачатков. Как показало проращивание клубней в лаборатории, для дальнейшего их развития необходимо воздействие холодом в течение 1–1,5 мес. Глубокий покой верхушечной почки прекращается в декабре, после чего в ней начинаются ростовые процессы, проявляющиеся в увеличении длины междоузлий M_1 и M_2 (см. рисунок, в). В начале мая верхушечная почка родительского клубня

Изменение числа листовых зачатков в почках родительского и дочернего клубней *Potamogeton pectinatus* L. в 1980 г.

Дата сбора клубней	Емкость верхушечной почки клубня	Емкость боковых почек (внутри верхушечной)				
		В пазухе три чешуевидных листа (П ₄)	В пазухах зачаточных ассимилирующих листьев			
			П ₅	П ₆	П ₇	П ₈
9 июля	9	4	6	5		
	8	3	4	4	-	-
22 августа	10-11	5	7	6-7	2	1
	10	4	5	5-6	-	-
3 сентября	13-14	5	8	7	2	2
	11	5	6-7	7	-	-
Декабрь	13-14	6	8	9	4-5	3
	12	6	7	7	-	-

П р и м е ч а н и е. Над чертой – емкость почек родительского клубня, под чертой – то же дочернего.

трогается в рост и к июню образует ассимилирующий побег с двумя формациями листьев: низовыми – чешуевидными влагалищными (см. рисунок, в – ВЛ₁–ВЛ₃), в пазухах которых находятся почки П₃–П₄, и срединными – ассимилирующими (Л₁–Л₅ и др.) с почками П₅–П₈. Дочерний клубень не образует побега из-за угнетающего действия начавшей рост верхушечной почки родительского клубня и вскоре (в июле) отмирает. По-видимому, верхушечная почка дочернего клубня не развивается еще и потому, что имеет 11–12 зачатков листьев вместо 14, которые содержит зрелая почка.

Таким образом, зрелая верхушечная почка родительского клубня состоит из 13–14 листовых зачатков и 5–6 боковых почек, которые различаются между собой размерами и емкостью. В развитии верхушечной почки с июля по декабрь наблюдается период покоя. В зимний сезон в ней идут ростовые процессы, которые в июне заканчиваются образованием побега. Дочерний клубень не развивается.

Л и т е р а т у р а

1. С е р е б р я к о в а Т.И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. М., 1981. 359 с.
2. A r b e r A. Water plants: a study of aquatic angiosperms. New York, 1972, p. 1-436. (Reprint).

3. Sculthorpe M. The biology of aquatic vascular plants. London, 1967, p. 1-610.
4. Ye o R. Life history of sago pondweed. - Weeds, 1964, vol. 13, p. 314-321.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.652-593.1

В.А. Золотарев

МИКРОЗООПЕРИФИТОН НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ КАРЕЛИИ. I. ВИДОВОЙ СОСТАВ

В настоящее время очевидны преимущества использования микроперифитона (особенно простейших) для биомониторинга [2]. Микрофауна обрастаний водоемов Карелии ранее не изучалась.

Цель работы - изучить видовой состав, распределение и динамику численности протозойного перифитона в олиготрофных водоемах, а также выделить зоны различной трофности в пределах одного водоема, определить соответствующие этим зонам индикаторные виды и характерные особенности их развития на искусственном субстрате.

Материал собран в августе 1982 г. на озерах Пертозеро и Вороновская ламба 3 Кондопожского района КАССР.

Пертозеро - одно из старейших водохранилищ. Площадь его около 13 км². Относится оно к водоемам олиготрофного типа с признаками мезотрофии [1]. Наблюдения проводились на четырех станциях, соответствующих зонам различной трофности: ст. 1 (глубина 8 м) в центральной части широкого плеса, ст. 2 (глубина 9 м) - в районе пос. Кончезеро, в 100 м выше стока озера, ст. 3 (глубина 2 м) - в Якушевой губе, заросшей макрофитами (рдест плавающий, кубышка, кувшинка, гречиха земноводная), ст. 4 (глубина 32 м) - в центральной части глубокого плеса.

Вороновская ламба 3 - небольшое озеро эллипсоидной формы. Площадь его около 1 га. Располагается в котловине, заросшей хвойным лесом. Типичный кислото-олиготрофный водоем, вода светло-голубая, прозрачность 8 м, pH 5,6-6,2. Микрозооперифитон изучался в центре ламбы на глубине 14 м (ст. 5).

Экспонировались пластины из некоррозионного стекла стандартного размера (76 x 26 мм), закрепленные вертикально в штативах из оргстекла и погруженные на двух горизонтах (1 м от поверхности и 1 м от дна). Пробы отбирались с интервалами 3-7 сут, живой материал микрокопировался с применением фазового контраста (увеличение 300).

В процессе изучения перифитона карельских озер обнаружено более 40 видов жгутиконосцев и около 15 видов инфузорий и сар-

Видовой состав микрозооперифитона водоемов Карелии

Класс, отряд, вид	Озера Карелии	Рыбинское водохранилище	Степень сапробности по: [3]
<u>ZOOMASTIGOPHOREA</u>			
<u>Отр. Choanoflagellida</u>			
<i>Monosiga ovata</i> S.Kent	+	+	0-β
<i>Codonosiga botrytis</i> Ehr.	++	+++	α-β
<i>Salpingoeca minuta</i> Kent	+	+	-
<i>S.vaginicola</i> Stein	+	+	β
<i>S.butschli</i> Lemm.	++	+	β
<i>Diploeca flava</i> Bourr.	+	+	β
<i>Lagenoeca variabilis</i>	+	+	-
Skuja			
<u>Отр. Bicosoecida</u>			
<i>Bicoeca</i> sp.	+	+	-
<i>B.cylindrica</i> Bourr.	+	-	-
<i>B.lacustris</i> Skuja	++	++	β-α
<i>B.conica</i> Lemm.	+	+	-
<i>B. petiolata</i> Bourr.	+	+	β-α
<u>Отр. Kinetoplastida</u>			
<i>Bodo</i> sp.	+	+	-
<i>B.globosus</i> Stein	+	+	m-p
<i>B.repens</i> Klebs	+	++	α
<i>B.caudatus</i> Stein	+	+	p
<i>B.saltans</i> Ehr.	+	+++	α
<i>B.spora</i> Skuja	+	++	-
<i>B.minimus</i> Klebs	+	+	m
<i>B.curvifilus</i> Griess.	+	+	-
<i>Rhynchomonas nasuta</i>	+	++	α
Klebs			
<i>Pleuromonas jaculans</i>	+	+	α-p
Perty			
<i>Bodomorpha reniformis</i>	+	++	-
Zhukov			
<u>Отр. Rhizomastigida</u>			
<i>Cercobodo</i> sp.	+	+	-
<i>C.longicauda</i> Senn	+	+	p-m
<i>Mastigoamoeba</i> sp.	+	+	-
<i>Helkesimastix faecicola</i>	+	+	p-α
Wood.			
<i>Apuzomonas proboscidea</i>	+	+	-
Alex.			
<i>Thaumatomonas lauter-</i>	+	+	-
<i>borni</i> De Saed.			
<u>CHRYZOPHYTA</u>			
<i>Ochromonas</i> sp.	+	+	-

Т а б л и ц а (продолжение)

Класс, отряд, вид	Озера Карелии	Рыбинское водохранилище	Степень сапробности по: [3]
<i>Stylopyxis mucicola</i> Boloch.	++	-	-
<i>Dynobryon</i> sp.	+	+	-
<i>Histiona aroides</i> Pasch.	+	+	-
<i>Spongomonas uvella</i> Stein	+	+	0-β
<i>Monas</i> sp.	+	++	-
<i>M. uniguttata</i> Skuja	+	+	-
<i>Stokesiella</i> sp.	+	-	-
<i>Physomonas vestita</i> Stokes	+	++	α
EUGLENOPHYTA			
<i>Anisonema</i> sp.	+	+	-
<i>A. pusillum</i> Stokes	+	++	-
<i>Entosiphon obliquus</i> Klebs	+	+	-
<i>E. sulcatum</i> Stein	+	+	α
<i>Peranema granulifera</i> Penard	+	+	β-0
<i>P. trichophorum</i> Stein	+	+	α
PIRROPHYTA			
<i>Cryptomonas</i> sp.	+	+	-
<i>Chroomonas</i> sp.	+	-	-
CILIOPHORA			
<i>Vorticella</i> sp.	+	++	-
<i>V. campanula</i> Ehr.	++	+++	β
<i>Heliophrya collini</i> De Saed.	+	+++	-
<i>Tocophrya</i> sp.	+	+++	-
<i>Aspidisca costata</i> (Duj.) Cl. et L.	+	++	α
<i>Oxytricha pelionella</i> Mull. Stein	+	++	-
<i>Chilodonella cucullulus</i> O.F. Mull.	+	+	α
<i>Litonotus</i> sp.	+	+	-
<i>Holophrya</i> sp.	+	+	-
SARCODINA			
<i>Actinosphaerium eichorni</i> Ehr.	+	+	0-β
<i>Amoeba</i> sp.	+	+	-
<i>Pelomyxa</i> sp.	+	+	-

кодовых (см. таблицу). За динамикой численности простейших на ранних этапах обрастания (17–19 сут) наблюдали на станциях 1, 2, 3. Основную роль в сложении перифитонного микроценоза играли две группы бесцветных жгутиконосцев: воротничковые и бодониды. Большую численность и видовое разнообразие имели также хризофитовые.

Л и т е р а т у р а

1. Р у с а н о в а М.Н., П р о к о п е н к о В.Д., Л о б к о в а Н.А., И е ш к о Т.А., Т и м а к о в а М.В., Ч е к р ы ж е в а Т.А. Влияние факторов среды на развитие жизни в пелагиали озера Пертозера. – В кн.: XIX научная конференция по изучению и освоению водоемов Прибалтики и Белоруссии: Тез. докл. Минск, 1977, с. 138–139.
2. C a i r n s J.Jr. Zooperiphyton (especially Protozoa) as indicators of Water quality. – Trans. Amer. Micros. Soc., 1978, vol. 97, N 1, p. 44–49.
3. (S l á d e ě k V.A.) С л а д е ч е к В.А. Атлас сапробных организмов. – В кн.: Унифицированные методы исследования качества вод. М., 1977, ч. 3, с. 144–161.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.586

И.А. С к а л ь с к а я

РАЗВИТИЕ ЗООПЕРИФИТОНА В Р. СУНОЖКЕ ПРИ РЕГУЛЯРНЫХ КРАТКОВРЕМЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ ХЛОРОФОСА

В мае–июне 1979 г. были проведены исследования по выяснению действия разных концентраций хлорофоса (ХФ) на зооперифитон искусственных субстратов (предметные стекла) в р. Суножке. Предметные стекла, укреплявшиеся в специальные штативы в вертикальном положении, погружались в водоем на глубину 0,5 м от поверхности воды. Спустя несколько суток, когда стекла уже заметно обросли, все установки ежедневно в течение 2 ч экспонировались в десятилитровых сосудах с добавлением хлорофоса в концентрациях 1 и 10 мг/л, а также в сосуде с чистой водой, служившем контролем. После двухчасовой экспозиции штативы со стеклами вновь возвращались в водоем. Отбор проб проводили через 3–4 сут после экспонирования стекол в сосудах. Одновременно для каждой пробы снимали три стекла.

Первый опыт длился с 10 мая по 5 июня, второй — с 18 июня по 6 июля. Во втором опыте дополнительно испытывалась концентрация хлорофоса 100 мг/л. Во время работ, проводившихся непосредственно на водоеме, температура воды в реке колебалась от 14,2 до 22,0 °С.

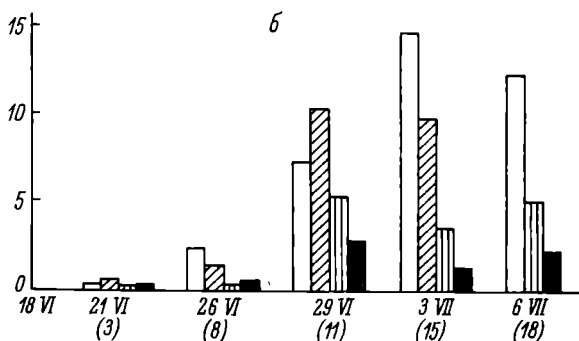
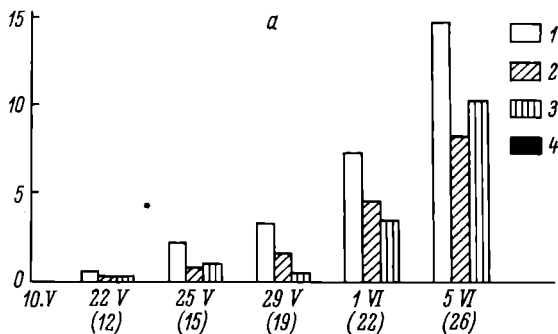
Основными обрастателями были личинки хирономид I возраста, а также личинки *Glyptotendipes glaucus* Mg., *Cricotopus gr. silvestris* (F.), *Endochironomus albipennis* Mg. старших возрастных групп, наидиды — *Nais barbata* Müll, *Stylaria lacustris* L., *Ripistes parasita* O. Schm., рачки — *Sida crystallina* (Müll.). Реже встречались гидры, пиявки и другие беспозвоночные.

В первом опыте на контрольных стеклах по мере увеличения времени экспозиции непрерывно увеличивалась численность зооперифитона, максимум которой составил 14 700 экз./м² (см. рисунок, а). В зооперифитоне, подвергавшемся токсическому действию хлорофоса, присутствовали те же виды, что и в контроле, но их численность была низкой. Среди обрастателей отношение к токсическому действию хлорофоса оказалось неодинаковым. Так, численность *Stylaria lacustris* на опытных стеклах была почти в 8 раз меньше, чем на контрольных. Однако испытываемые концентрации хлорофоса (1 и 10 мг/л) не оказывали заметного отрицательного влияния на массовый вид наидид — *Nais barbata*, что, очевидно, свидетельствует о его большей устойчивости к токсиканту по сравнению со *Stylaria lacustris*.

Во втором опыте численность зооперифитона под влиянием токсиканта также оказалась ниже, чем в контроле (см. рисунок, б). Наибольший отрицательный эффект действия хлорофоса наблюдался при концентрации 100 мг/л. Среди обрастателей преобладали личинки хирономид, которые оказались весьма чувствительными к хлорофосу, особенно личинки I возраста.

Во время двухчасовой экспозиции субстратов в сосудах с токсикантом личинки хирономид, находившиеся в домиках, прикрепленных к поверхности стекол, а также рачки *Sida crystallina*, удерживавшиеся на стеклах с помощью присоски, расположенной на головном шлеме, покидали свои места обитания и оказывались в толще воды или на дне сосудов. Так, например, количество беспозвоночных, оставшихся в сосудах после двухчасовой экспозиции в них стекол (по 37 экз. в каждом) 3 июля (15-суточный зооперифитон), в опыте с концентрацией хлорофоса 10 мг/л оказалось в 3 раза, а при концентрации 100 мг/л в 6 раз больше, чем в контроле (см. таблицу). Наидиды в этот период в зооперифитоне встречались единично.

Проведенные исследования показали, что перифитонные животные реагировали на неблагоприятные воздействия хлорофоса сменой мест обитания (реакция избегания). Наиболее чувствительны они к концентрациям хлорофоса 100 и 10 мг/л. Среди беспозвоночных более восприимчивы к токсиканту личинки хирономид всех возрастных



Численность зооперифитона в р. Суножке в мае-июне (а) и в июне-июле (б) при действии на него хлорофоса.

1 - контроль; 2 - 1 мг/л ХФ; 3 - 10 мг/л ХФ; 4 - 100 мг/л ХФ. По оси ординат - численность зооперифитона, тыс. экз./м³; по оси абсцисс - дата отбора проб, в скобках - длительность экспозиции, сут.

Количество (экз.) перифитонных животных в сосудах с токсикантом

Организмы	Концентрация хлорофоса		
	контроль	10 мг/л	100 мг/л
<i>Larvula Chironomidae</i>	5	78	165
<i>Parachironomus arcuatus</i>	3	5	7
<i>Endochironomus albipennis</i>	-	15	10
<i>Corynoneura</i> sp.	-	2	1
<i>Glyptotendipes glaucus</i>	-	11	19
<i>Tendipedini</i> gen. min. macroph.	-	-	1
<i>Sida crystallina</i>	70	110	280
<i>Helobdella stagnalis</i>	3	1	-
В с е р о	81	222	483

групп, рачки *Sida crystallina*, из наидид - *Stylaria lacustris*. Наиболее устойчивы к хлорофосу наидиды *Nais barbata*.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.52(28) : 591

Е.С. В е л и ч к о

МЕЙОБЕНТОС ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
В РАЙОНЕ ГРУНТОВЫХ РАЗРАБОТОК

Материалом для настоящей работы послужили данные обработки проб мейобентоса, собранных на Иваньковском водохранилище в районе грунтовых разработок (добыча песка). Полевые сборы проводились в мае и октябре 1982 г. около устья р. Созь на четырех станциях: ст. 1 - на месте непосредственной добычи (глубина 5.5 м), ст. 2 - в 200 м ниже по течению (глубина 9 м), ст. 3 - в 1 км ниже по течению (глубина 9 м), ст. 4 - в 1 км выше по течению (глубина 11 м) - контроль. Сбор проб производился микробентометром С-1, лабораторная обработка - по принятой в ИБВВ АН СССР методике [3].

Отмечено 40 форм мейобентических организмов. Oligochaeta - в основном встречены обрывки *Limnodrylus hoffmeisteri*, *Amphychaeta* sp. и др. Nematoda - *Tobrilus gracilis*, *T. stefanski*, *T. pellucidus*, *Monchystera uncispiculatum*, *Eumonchystera vulgaris*, *Ethmolaimus pratensis*, *Aphanolaimus aquaticus*, *Paraphanolaimus anisitsi*, *Mesotheristus dubius*, *Paraplectonema pedunculata*, *Tripyla glomerans*, *Mononchus aquaticus*, *Diplogaster rivalis*, *Ironus tenuicaudatus*, *Dorulaimus stagnalis*, *Mesodorylaimus bastiani*, *Eudorylaimus pratensis*, *Laimydorus* sp., *Cylindrolaimus melancholicus*, *Anaplectus granulosus*, *Acrobeles ciliatus*, *Helicotylenchus* sp., *Cephalenchus* sp., *Leptonchus* sp., *Hirschmanniella* sp. Copepoda представлены в основном копеподами циклопов и взрослыми особями - *Acanthocyclops bicuspidatus*, *Cyclops strenuus*, *Paracyclops fimbriatus*. Cladocera - *Alona quadrangularis*, *Leydigia leydigii*, *Disparalona rostrata*, *Ilyocryptus sordidus*, *I. agilis*. Личинки Chironomidae - *Procladius ferruginens*, *Polypedilum* sp. *breviantennatum*, *Aspektrotanipes frifascipennis*, *Paratendipes* sp. *albimanus*. Ostracoda встречены только в одной пробе в незначительном количестве.

Т а б л и ц а 1

Численность (над чертой, тыс. экз./м²) и биомасса (под чертой, г/м²) мейобентоса в районе исследований

Вид и группа	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4 (контроль)
Oligochaeta	<u>3.08</u> 0,092	<u>2,8</u> 0,084	<u>7,56</u> 0,227	<u>7,84</u> 0,235
Nematoda	<u>1.68</u> 0,014	<u>43,46</u> 0,042	<u>39,2</u> 0,03	<u>37,26</u> 0,034
Cyclopoida juv.	<u>0,28</u> 0,008	<u>2,24</u> 0,067	<u>12,88</u> 0,218	<u>21,28</u> 0,638
Взрослые Cyclopoida	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0,84</u> 0,029	<u>0,56</u> 0,056
Chydoridae	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>2,24</u> 0,029
Другие Cladocera	<u>0</u> 0	<u>0,28</u> 0,016	<u>0,28</u> 0,008	<u>0,56</u> 0,017
Chironomidae	<u>0,56</u> 0,048	<u>0,28</u> 0,056	<u>0,56</u> 0,022	<u>0</u> 0
В с е г о	<u>5,6</u> 0,162	<u>46,54</u> 0,265	<u>61,28</u> 0,524	<u>69,74</u> 1,009

Численность и биомасса мейобентоса в районе грунтовых разработок заметно ниже, чем средняя по водохранилищу, хотя величины вполне сравнимы [1]. Крайне бедна мейофауна только на ст. 1, непосредственно в самом месте добычи песка, где биоценоз, безусловно, разрушен (табл. 1). Хидориды, являющиеся тонкими фильтраторами, отмечены только в контроле, хотя в целом для водохранилища этот компонент мейобентоса обычен. Очевидно, взмученность и присутствие в воде во взвешенном состоянии песка и грубодетритных частиц оказывают угнетающее действие на развитие популяций хидорид. На контрольной станции заметно выше численность и биомасса копеподитов циклопов.

Фауна нематод на обследованных участках характеризуется некоторым своеобразием. Так, впервые в Ивановском водохранилище, причем в довольно большом количестве, обнаружен недавно описанный вид *Monchystera unispiculatum*, который был отмечен только в Сиверском озере [2]. Он резко отличается от остальных видов рода оригинальной „гарпунообразной“ формой спикул у самцов, несущих на дистальном конце крючки. Относительно малочислен *Dorylaimus stagnalis*, доминирующий обычно в других участках водохранилища.

Визер [4] разделяет морских нематод по строению ротового аппарата на несколько экологических групп. У пресноводных видов

Т а б л и ц а 2

Распределение экологических групп нематод по станциям

Группа нематод	Ст. 1			Ст. 2		
	I	II	III	I	II	III
1А	0	0	0	20	11.6	4.1
1Б	0	0	0	13.3	1.3	0.67
2А	100	100	100	13.3	74.1	83
2Б	0	0	0	20	6.4	6
3	0	0	0	20	3.8	6.2
Почвенные виды и фитогель- минты	0	0	0	13.3	2.6	0

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Группа нематод	Ст. 3			Ст. 4		
	I	II	III	I	II	III
1А	10.5	35	22	18.1	31.5	17.6
1Б	26.3	7.1	6	18.1	9	5
2А	21	46.4	63	18.1	49.6	62
2Б	10.5	5.0	4.8	27.2	4.5	8.5
3	15.7	4.3	4.5	18.1	5.2	6.7
Почвенные виды и фитогель- минты	15.7	2.1	0.6	0	0	0

П р и м е ч а н и е. I — число видов, % от общего; II — численность, % от общей; III — биомасса, % от общей.

можно выделить дополнительную группу для форм с вооружением стомы в виде копы или стилета.

Из отмеченных в настоящей работе видов нематод к группе 1А (по: [4]) относятся *Monchystera uncispiculatum*, *Eumonchystera vulgaris*, *Mesotheristus dubius*, не имеющие отчетливо выраженной стомы и ротового вооружения. Пищей для них является мелкий детрит. К группе 1Б относим *Aphanolaimus aquaticus*, *Paraphanolaimus anisitsi*, *Cylindrolaimus melancholicus*, *Anaplectus granulosus*, *Paraplectonema pedunculata*, имеющие развитую ротовую полость, но без вооружения. Питание — более грубый детрит, возможно и диатомей. Группа

пу 2А составляют *Tobrilus gracilis*, *T. stefanski*, *T. pelucidus*, *Tripyla glomerans*, ротовая полость которых вооружена мелкими зубчиками. Питание – эпифиты, водоросли. *Mononchus aquaticus*, *Diplogaster rivalis*, *Ethmolaimus pratensis*, *Ironus tenuicaudatus* относятся к группе 2Б. Все виды с мощной стомой и крупными зубами. Способ питания – хищничество, но могут питаться, как и предыдущая группа. К группе 3, выделенной нами (вооружение стомы копье или стилет), относятся *Dorylaimus stagnalis*, *Mesodorylaimus bastiani*, *Eudorylaimus pratensis*, *Laimydorus* sp. Питание разнообразное – сок растений, детрит, хищничество.

На всех станциях группа 2А (в основном *Tobrilus gracilis*) составляет самую значительную долю от общей численности и биомассы нематод (на ст. 1 они вообще единственная группа) (табл. 2). Количество нематод группы 1А заметно увеличивается по мере удаления от ст. 1, которая является источником взмученности. Возможно, этим видам, питающимся мелким детритом, как и хидоридам, мешают присутствующие в воде во взвешенном состоянии песок и грубодетритные частицы. Доля нематод группы 1Б также увеличивается на станциях 2, 3, 4, но незначительно. Процентное содержание хищников группы 2Б и группы 3 на всех станциях, кроме ст. 1, примерно одинаковое. Очевидно, взмученность на них влияет меньше, чем на другие группы.

В целом грунтовые разработки оказывают отрицательное действие на развитие мейофауны, особенно на организмы, питающиеся мелким детритом. Но масштабы этого воздействия ограничивает площадь грунтовых разработок, которая в настоящее время невелика. Мейобентос большей части водохранилища при этом не затрагивается.

Л и т е р а т у р а

1. В е л и ч к о Е.С. Влияние подогретых вод Конаковской ГРЭС на мейобентос Ивановского водохранилища. – В кн.: Комплексное изучение и рациональное использование природных ресурсов. Калинин, 1980, с. 188–189.
2. Г а г а р и н В.Г. Два новых вида свободноживущих пресноводных нематод. – Зоол. журн., 1979, т. 58, № 4, с. 596–598.
3. М е т о д и к а изучения биоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 235 с.
4. W i e s e r W. Die Beziehung zwischen Mundhohlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen bei freilebenden marinen Nematoden. – Ark. Zool. Ser. 2, 1953, Bd 4, H. 5, S. 439–484.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А.П. М ы л ь н и к о в

БЕСЦВЕТНЫЙ ЖГУТИКОНОСЕЦ
CERCOBODO PLASMODIALIS SP.N.

Из донных проб Рыбинского водохранилища в 1982 г. были выделены жгутиконосцы из рода *Cercobodo* Krassiltschik [1, 2]. Их выращивали в чашках Петри, заполненных средой Пратта с добавлением бактерий *Aerobacter aerogenes*. Просмотр живых объектов проводился в микроскопе Peraval-Interphako (ГДР). Фиксированные препараты окрашивались железным гематоксилином и эозин-азуром.

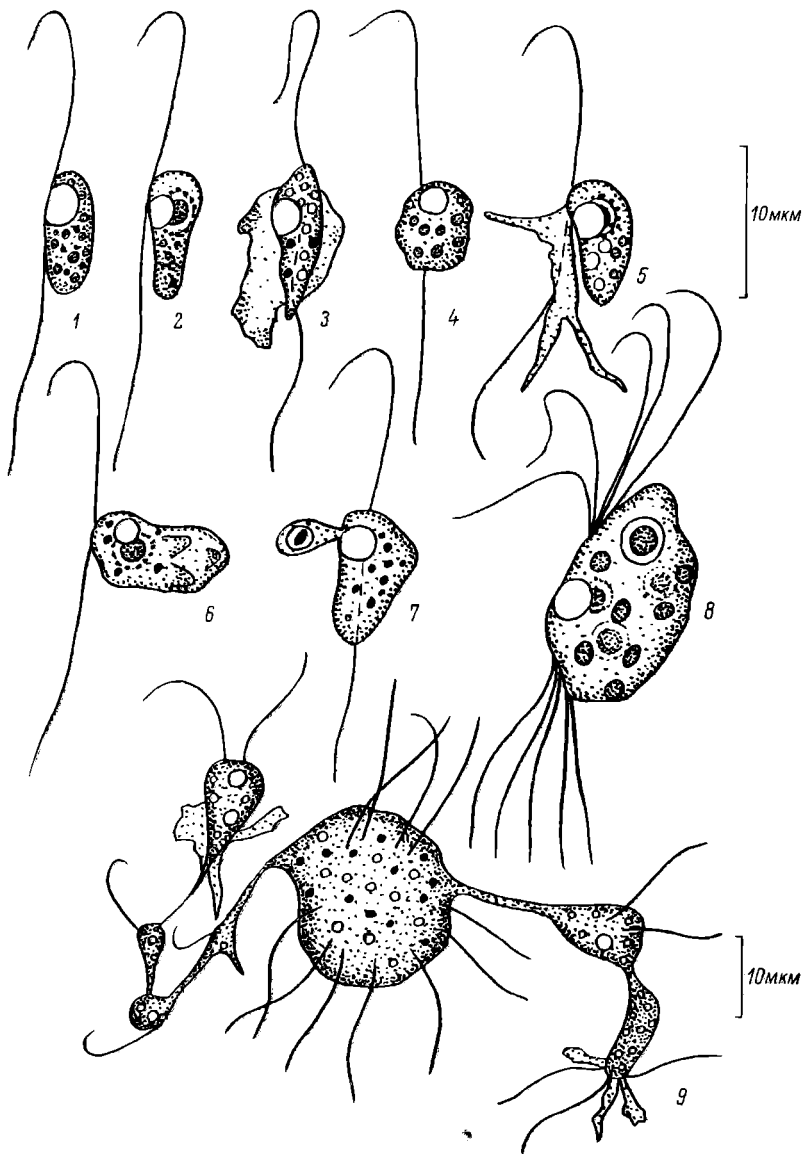
Подвижный бесцветный жгутиконосец *Cercobodo plasmodialis* sp.n. имеет грушевидное или овальное тело (см. рисунок). Длина клетки 5–8 мкм, ширина 2–4 мкм. Два гетеродинамичных жгутика отходят спереди. Двигательный жгутик (10–12 мкм) направлен вперед и совершает машущие движения. Рулевой жгутик (12–20 мкм) тянется пассивно за клеткой. Оба жгутика отходят из одного места и не прикрепляются к поверхности тела, как у некоторых видов рода *Cercobodo* [2]. Во время скольжения по дну чашки Петри задний конец тела раскачивается из стороны в сторону и приподнят над субстратом под углом 40–60°. Вблизи переднего конца заметны пузырьковидное ядро и единственная крупная сократительная вакуоль. Кинетопласт не выявлен.

Питающиеся особи выпускают различные по форме и размерам псевдоподии, иногда ветвящиеся, длина которых часто превышает длину тела. Обычно псевдоподии образуются на переднем конце тела и после захвата бактерии втягиваются. Цитостома не обнаружена.

В культуре жгутиконосцы делятся 2–3 раза в сутки, быстро покрывая дно чашки. Не разделившиеся до конца клетки образуют крупные (до 50 мкм) плазмодии с несколькими ядрами и жгутиками. Эти образования, быстро передвигаясь, меняют направление движения. Некоторые из них начинают затем фрагментироваться и отделять от себя дочерние плазмодии и клетки. Цисты в культуре не обнаружены.

Этот же организм найден и в оранжерейной почве. Тогда как в водоеме его повторно найти не удалось.

C. plasmodialis по характеру движения и форме тела напоминает представителей рода *Bodo* Stein, особенно *B. mutabilis* Klebs [3] и *B. putrinus* (Stokes) Lemm. [1]. Однако отнести описанный организм к роду *Bodo* не позволяют отсутствующие у него кинетопласт и цитостома, а также псевдоподиальный способ питания. По этим признакам он отнесен нами к роду *Cercobodo* и описан как новый вид.



Cercobodo plasmodialis sp. n.

1-7 - подвижные и питающиеся клетки; 8 - одиночный плазмодий с несколькими жгутиками; 9 - фрагментация дочерних клеток от материнского плазмодия.

1. Ж у к о в Б.Ф. Определитель бесцветных свободноживущих жгутиконосцев подотряда Bodonina Hollande. - В кн.: Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л., 1971, с. 241-284.
2. К р а с и л ь ш и к И. Материалы к естественной истории и систематике флагеллат. О *Cercobodo laciniaegerens* nov. gen. et nov. sp. - Зап. Новороссийск. о-ва естествоиспытателей, 1886, т. 2, вып. 1, с. 211-245.
3. К l e b s G. Flagellatenstudien. I. - Ztschr. wiss. Zool., 1893, Bd 55, S. 265-351.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 591.451.8

Г.И. М а р к е в и ч

УЛЬТРАТОНКАЯ МОРФОЛОГИЯ МАСТАКСОВ КОЛОВРАТОК. 1. BDELLOIDEA

В выяснении филогенетических отношений и построений системы коловраток наиболее значительная роль принадлежит морфологии склеротизированных образований челюстного аппарата - мастакса. Подавляющее большинство сведений о его строении основывается на данных светооптической микроскопии. Фрагментарные данные об ультратонком строении мастаксов *Philodina acuticornis* и *Asplanchna sieboldi*, содержащиеся в работах Келера и Хайса [3, 4], практически единственный источник сведений о тонкой морфологии склеритов челюстных аппаратов коловраток.

Используя методику подготовки мастаксов коловраток для растровой электронной микроскопии, разработанную нами прежде [2], было проведено исследование ультратонкой морфологии склеритных элементов мастаксов 70 видов коловраток, относящихся к разным систематическим группам. В настоящем сообщении приводится описание тонкой морфологии склеритов челюстных аппаратов бделлоидных коловраток: *Rotaria neptunia*, *R. tardigrada*, *Mniobia orta*, *Macrotrachela zickendrahti*, *Dissotrocha aculeata*.

Морфологическое строение этих видов оказалось принципиально сходным. Основными их конструктивными элементами служат многочисленные отдельные копьевидные планки, расположенные двумя рядами. Количество этих структур у разных видов неодинаково. Максимальное число отдельных планок отмечено у *Mniobia orta* (до 50 в каждом ряду), минимальное - у *Rotaria neptunia* (около 30) (рис. 1). Число элементов, образующих ункусы, не строго постоянно. Дочерние особи, еще не вышедшие из тела ко-

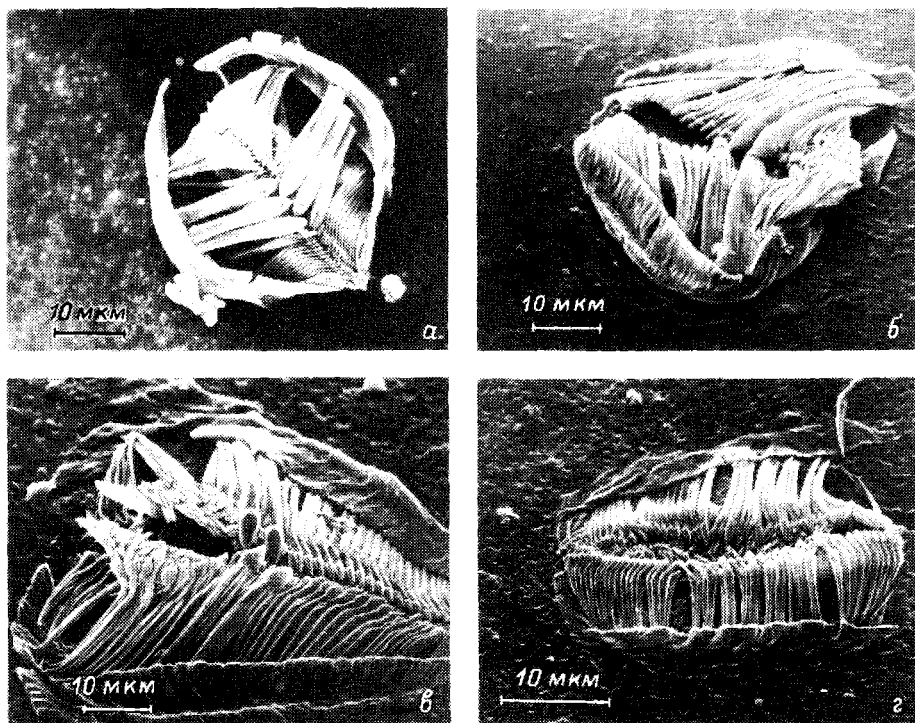


Рис. 1. Строение челюстных аппаратов бделлоидных коловраток.

а — мастакс *Rotaria neptunia*; б — мастакс дочерней особи *R. tardigrada*; в — мастакс материнской особи *R. tardigrada*; г — челюстной аппарат *Mniobia orta*.

ловратки-основательницы, и только что отродившаяся молодежь имеют, как правило, меньшее число зубцов. Отдельные срединные планки значительно увеличиваются в размерах, превращаясь в крупные долотообразные структуры. Эти большие зубья у родов *Rotaria*, *Philodina*, *Dissotrocha*, *Macrotrachela* лежат рядом, развиваясь, по-видимому, из соседних специализирующихся копьевидных планок. У *Mniobia orta* увеличение специализирующихся зубцов не столь значительно и укрупняются не соседние планки, а каждая третья и, таким образом, между более крупными зубцами оказываются две неспециализированные планочки (рис. 1, г; 2, г).

Ориентированные внутрь заостренные зубчики копьевидных планок имеют когтевидную форму, выраженную в большей степени у неспециализированных планок (рис. 2, б). Отдельные планки ункуса соединяются между собой тончайшими склеротизированными волокнами (рис. 2, г). Такие волокна, пронизывая насквозь несколь-

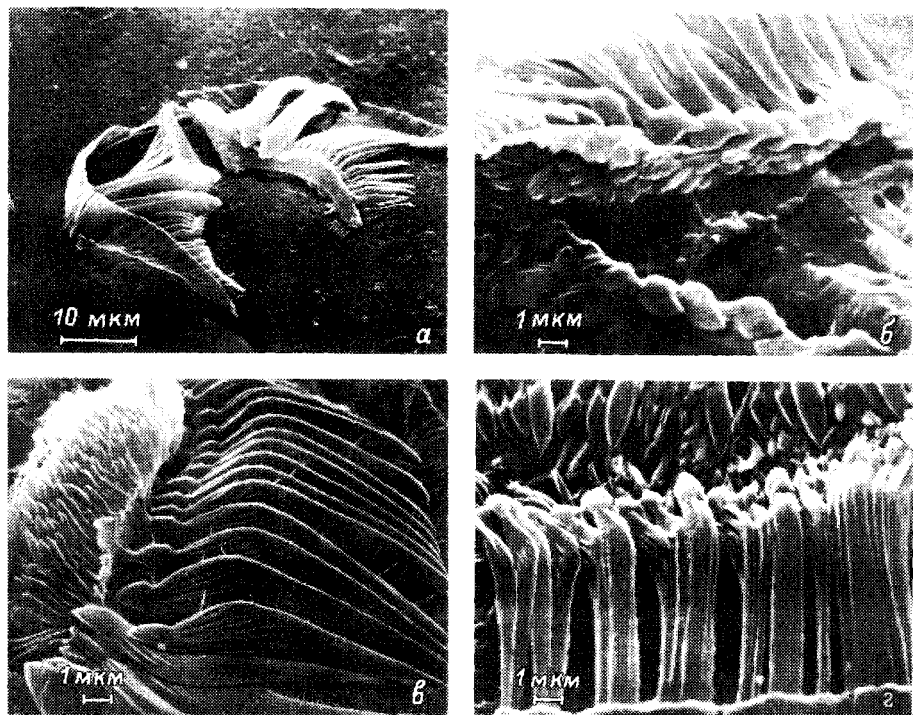


Рис. 2. Детали строения мاستаксов бделлоид.

а - мастакс *Philodina rosa* с раздвинутыми рамусами; б - зубцы планок ункусов *Rotaria neptunia*; в - строение копьевидных планок ункусов и „сшивающих” волокон у *Dissotrocha aculeata*; г - дифференциация планок ункусов у *Mniobia orta*.

ко соседних планок, „сшивают” отдельные копьевидные элементы в функционально единую пластинку ункуса. Пластинка копьевидной планки имеет характерное расширение, в котором последняя расщепляется на отдельные продольные волокна. Проксимальные незубчатые края ункусных планок входят в желобообразные дуги манубриев. У *M. orta* и *Rotaria tardigrada* манубрии „пленочные”, слабосклеротизированные (рис. 1, в, г). У *Dissotrocha aculeata*, *Philodina rosa*, *Macrotrachela zickendrachi* они более утолщены и склеротизированы (рис. 2а, в).

Рамусы челюстного аппарата исследованных бделлоидных колоннатов представлены двумя срединными пластинками характерной изогнутой формы. Они не соединены друг с другом с помощью фулькрума и не образуют единого пинцетовидного образования по-

добно тому, как это происходит с рамусами всех прочих коловраток. Внутренняя и обращенная к зубцам ункусов поверхность рамусов покрыта густой щеточкой склеротизированных ворсинок (рис. 1, в; 2, в).

Сравнение ультратонкой морфологии мастаксов различных коловраток показало, что только челюстные аппараты бделлоид содержат большое число одинаковых полимерных склеритных структур — копьевидных планок ункусов, в то время как все остальные элементы классического мастакса — рамусы и манубрии — представлены парными практически неспециализированными элементами. Таким образом, „полимерный“ мастакс бделлоид, по-видимому, наиболее близок к анцестральному типу жевательного аппарата коловраток. По мнению Ремане [5], признаком примитивности мастакса служит относительно одинаковая степень развития всех его элементов: рамусов, ункусов, манубриев и фулькрума, в связи с чем за исходный тип жевательного аппарата им был принят тип мастакса, свойственный представителям сем. *Brachionidae*. На наш взгляд, эта точка зрения встречает серьезные возражения, так как несмотря на сопоставимость размеров и функциональной развитости различных структур мастакса все его элементы крайне специализированы. На основе сравнительного анализа светооптических данных о морфологическом строении мастаксов коловраток Л.А. Кутикова [1] приходит к выводу, что анцестральный жевательный аппарат коловраток должен был состоять из множественно закладывающихся, идентичных, неспециализированных структур. Однако отсутствие данных по тонкой морфологии склеритных элементов жевательных аппаратов не позволяло окончательно решить этот вопрос.

Результаты исследования ультратонкой морфологии мастаксов бделлоидных коловраток, приведенные в настоящем сообщении, подтверждают предположение Кутиковой об исходной множественной закладке элементов челюстного аппарата коловраток.

Полученные данные о тонком морфологическом строении мастаксов различных бделлоид позволяют судить о первых этапах специализации ункусов, исходно состоящих из большого числа идентичных копьевидных планок. Начальная дифференциация ункусов идет в направлении укрупнения центральных копьевидных пластинок, причем можно говорить по крайней мере о двух различных направлениях этого процесса: усиленном развитии двух-трех соседних пластинок и незначительном укрупнении каждого очередного элемента ункуса в определенной последовательности.

Л и т е р а т у р а

1. К у т и к о в а Л.А. Коловратки фауны СССР (*Rotatoria*). Л., 1970. 744 с.
2. М а р к е в и ч Г.И., К о р е н е в а Е.А. К методике подготовки мастаксов коловраток для растровой электронной

микроскопии. - Зоол. журн., 1981, т. 60, № 10, с. 1562-1564.

3. K o e h l e r J.K., H a y e s T.L. The rotifer jaw: scanning and transmission electron microscope study. I. The trophi of *Philodina acuticornis odiosa*. - J.Ultrastructure Res., 1969, vol. 27, p. 402-418.
4. K o e h l e r J.K., H a y e s T.L. The rotifer jaw: scanning and transmission electron microscope study. II. The trophi of *Asplanchna sieboldi*. - J. Ultrastructure Res., 1969, vol. 27, p. 419-434.
5. R e m a n e A. Rotatorien. Leipzig, 1929-1933, Bd 4, B. 1, Leif. 1-4, S. 1-576.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.771

А.Ю. К а р а т а е в

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ
CHIRONOMUS PLUMOSUS L.
В ВОДОЕМЕ-ОХЛАДИТЕЛЕ ТЭС

Один из крупнейших водоемов Белоруссии - оз. Лукомльское с 1969 г. служит водоемом-охладителем Лукомльской ГРЭС. Площадь озера равна 36.7 км², средняя глубина - 6.7 м, максимальная - 11.5 м, объем - 243 млн. м³. Профундаль озера, представленная илами, составляет более 60% площади дна озера.

Исследования проводили в 1978-1980 гг. на двух станциях, расположенных в профундали озера на одинаковой глубине (8 м) и сходном грунте (ил оливковый). Одна из станций находилась в зоне влияния подогретых вод (среднегодовой подогрев дна 1.4-2.2 °C), вторая - в зоне с естественным температурным режимом. Пробы отбирали 15-16 раз в год дночерпателем Боруцкого с площадью захвата 1/40 м². На каждой станции производили 2-10 выемок грунта. Пробы промывали через шелковый газ № 16, разбирали и фиксировали 4%-ным раствором формалина.

Анализ полученных данных показал, что *Chironomus plumosus* по биомассе доминирует в зообентосе профундали оз. Лукомльского, в некоторые годы составляет до 58% от общей сырой массы донных животных (см. таблицу). Среднегодовые величины численности и биомассы *Ch. plumosus* в различных температурных зонах в 1978 и 1979 гг. существенно не различались. В 1980 г. эти величины были гораздо ниже в подогреваемой зоне водоема-охладителя.

В 1978 г. сезонные изменения численности и биомассы мотыля в обеих температурных зонах в целом были одинаковы и харак-

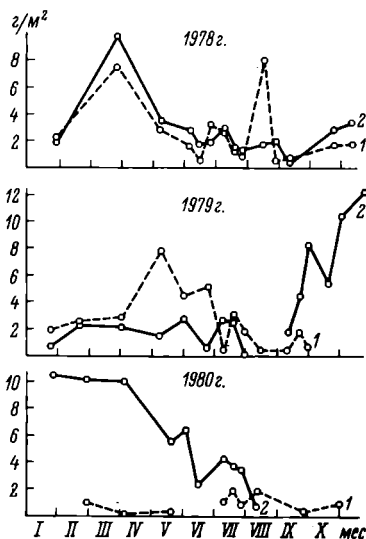
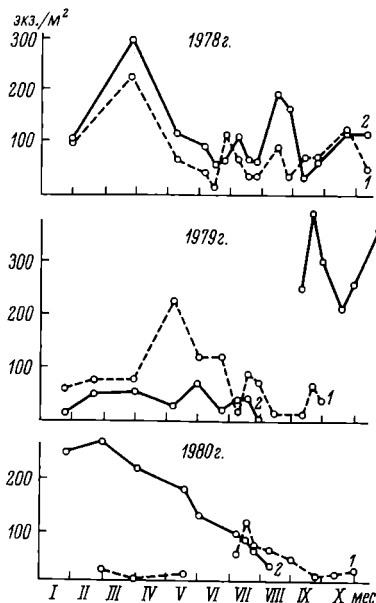


Рис. 1. Динамика численности *Chironomus plumosus* в подогреваемой (1) и контрольной (2) зонах профундали оз. Лукомльского.

Рис. 2. Динамика биомассы *Ch. plumosus* в подогреваемой (1) и контрольной (2) зонах профундали оз. Лукомльского.

теризовались ярко выраженным пиком, приходящимся на конец марта (рис. 1, 2). Затем наступил спад и некоторое увеличение численности в контрольной зоне и биомассы в подогреваемой, зарегистрированные в середине августа. В 1979 г. сезонные изменения этих параметров существенно различались: в подогреваемой зоне отмечался ярко выраженный пик численности и биомассы, приходящийся на начало мая, затем эти показатели снизились, и в октябре *Ch. plumosus* исчез из состава зообентоса. В контроле численность и биомасса мотыля с начала 1979 г. до середины июля находились примерно на одном уровне, затем эти показатели уменьшились, и в середине августа *Ch. plumosus* в пробах отсутствовал (рис. 1, 2). В начале сентября мотыль вновь появился в массе и на протяжении осени 1979 г., зимы, весны и почти всего лета 1980 г. его численность и биомасса находились на чрезвычайно высоком уровне, в то время как в подогреваемой зоне *Ch. plumosus* либо отсутствовал, либо встречался в крайне незначительном количестве.

Сумма градусо-дней с эффективной для развития *Ch. plumosus* температурой (выше 5 °C) в подогреваемой зоне в 1978 г. составила 270, в 1979 г. — 234 градусо-дня, в контроле в 1978 г. —

Среднегодовые численность (над чертой, экз./м²) и биомасса (под чертой, г/м²) всего зообентоса (1), *Ch. plumosus* (2) и роль последнего (%) в зообентосе (3) в различных температурных зонах профундали озера

Год	Подогреваемая зона			Контрольная зона ,		
	1	2	3	1	2	3
1978	<u>1550</u> 6.78	<u>103</u> 2.81	<u>6.7</u> 41.5	<u>1455</u> 5.63	<u>121</u> 3.21	<u>8.3</u> 57.0
1979	<u>2850</u> 7.57	<u>73</u> 2.53	<u>2.6</u> 33.4	<u>2228</u> 7.07	<u>93</u> 2.87	<u>4.2</u> 40.6
1980	<u>1893</u> 5.13	<u>21</u> 0.63	<u>1.1</u> 12.3	<u>1814</u> 9.39	<u>131</u> 5.48	<u>7.2</u> 58.4

218, в 1979 г. – 204 градусо-дня. Вегетационный сезон в подогреваемой зоне в 1978 г. оказался на 52, а в 1979 г. – на 30 дней длиннее, чем в контрольной зоне и составил соответственно 270 и 234 дня. Вероятно, под влиянием подогрева воды осенью 1979 г. произошел почти полный вылет *Ch. plumosus*, а низкая температура воздуха привела к гибели вылетевших комаров. Этим и объясняются низкие среднегодовые величины численности и биомассы мотыля и всего зообентоса в подогреваемой зоне водоема-охладителя в 1980 г. (см. таблицу).

Таким образом, можно говорить о существенных сдвигах в продолжительности жизненных циклов хирономид даже под влиянием слабого подогрева. Однако выявить эти изменения можно только при достаточно длительных режимных наблюдениях.

Белорусский государственный университет

УДК 597-15(28)

В.В. Х а л ь к о, М.И. Б а з а р о в,
Н.Г. Д е р г а ч е в а

О ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ МОЛОДИ ОКУНЯ
РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУППИРОВОК.
2. ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ОСЛАБЛЕННЫХ ОСОБЕЙ
СРЕДИ СЕГОЛЕТКОВ ОКУНЯ ЛИТОРАЛЬНЫХ
И ПЕЛАГИЧЕСКИХ НАГУЛЬНЫХ СКОПЛЕНИЙ

Апробация установленного на первом этапе работы биохимического критерия критического состояния сеголетков окуня была проведена на материалах по биохимическому составу мальков, собран-

Содержание жира у сеголетков окуня различных экологических группировок в Рыбинском водохранилище по данным 1981-1982 гг.

Дата	Число проб	Средняя масса рыб, г	Содержание жира, % от сырой массы
Л и т о р а л ь н а я г р у п п и р о в к а			
<u>1981 г.</u>			
18 У1	20	0.062±0.003	2.37±0.1
17 УII	25	1.633±0.069	2.7±0.11
15 УIII	25	2.782±0.094	2.98±0.09
7 1X	25	3.273±0.094	3.57±0.12
23 X	25	3.849±0.101	3.74±0.15
<u>1982 г.</u>			
28 У1	24	0.025±0.001	2.52±0.08
12 УII	30	0.194±0.006	2.77±0.1
26 УII	30	0.943±0.031	2.98±0.09
12 УIII	30	1.741±0.074	3.98±0.11
30 УIII	30	2.322±0.075	3.57±0.11
23 1X	30	2.644±0.058	4.76±0.18
П е л а г и ч е с к а я г р у п п и р о в к а			
<u>1981 г.</u>			
20 У1	15	0.049±0.003	1.9±0.03
24 УII	25	1.529±0.027	2.61±0.08
27 УIII	25	3.259±0.062	2.93±0.09
13 1X	25	3.703±0.059	3.75±0.18
22 X	25	3.952±0.064	4.7±0.16
<u>1982 г.</u>			
15 У1	19	0.005±0.0002	2.33±0.06
29 У1	7	0.024±0.001	2.33±0.06
21 УII	26	0.315±0.014	2.44±0.08
16 УIII	9	1.045±0.1	3.35±0.11
24 УIII	28	1.804±0.059	3.59±0.15
20 1X	30	2.194±0.045	4.81±0.21

П р и м е ч а н и е. В таблице приведены значения средней арифметической и стандартной ошибки.

ных нами на разных участках Волжского плеса Рыбинского водохранилища в 1981-1982 гг.

Рыб отлавливали ежемесячно с июня по октябрь в местах их нагульных скоплений, местоположение которых в пелагиали водоема определяли с помощью эхолота „Лещ“, в литорали — контрольными обловами. Содержание общих липидов у молоди окуня устанавливали тем же методом, что и в опытах по голоданию. Всего для этой цели обработано 650 проб, каждая из которых включала от 1 до 5 рыб.

В результате исследований выяснено, что наименьшее содержание жира у сеголетков окуня наблюдается в начале лета и составляет в разные годы 2.37–2.52% у особей литоральных скоплений и 1.9–2.33% – у пелагических. Максимальные значения этого показателя приходятся на конец нагульного периода – 3.74–4.76 и 4.70–4.81% соответственно (см. таблицу). При этом в годы с ранней сработкой уровня воды в водохранилище содержание жира у окуня литоральной зоны в июне–июле оказывается достоверно выше ($P > 0.95$), чем у окуня пелагической зоны. При позднем осушении зарастающих мелководий эти различия сохраняются дольше, до августа. Как правило, мальки литоральных скоплений крупнее, чем пелагических.

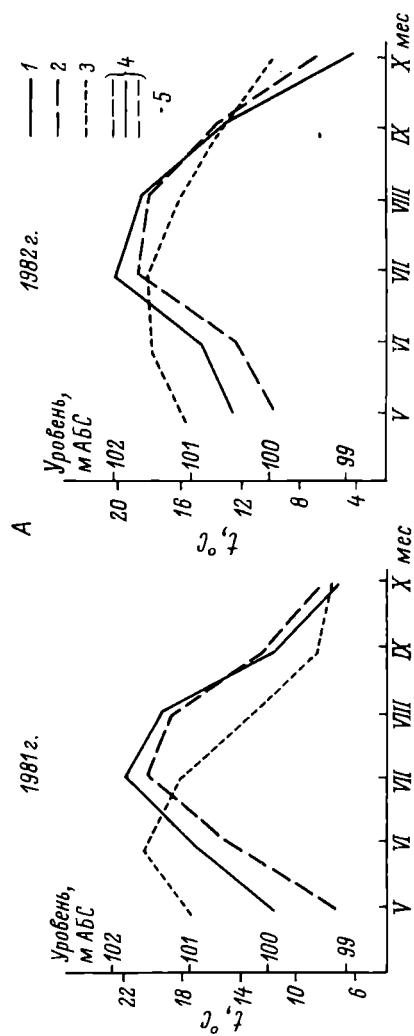
Проведенная оценка доли ослабленных особей молоди окуня, относительное содержание жира в теле которых попадает в доверительную область его критического значения при $P = 0.001$ ($1.31 \pm 0.43\%$ от сырой массы), показала, что встречаемость таких экземпляров у сеголетков наибольшая в первый месяц их жизни (см. рисунок). В последующие месяцы нагульного периода процент ослабленных по разным причинам рыб снижается, и уже с августа они не встречаются.

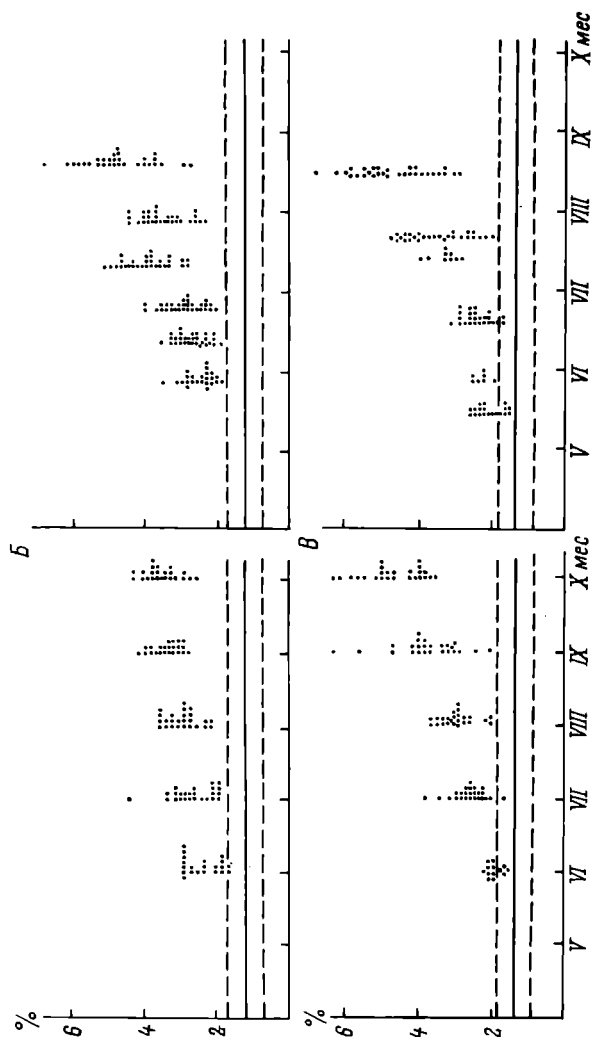
Доля „кандидатов” на естественный отход у мальков литоральной группировки варьировала от 0 до 10%. Причем наибольшая встречаемость их (10%) отмечена в июне 1981 г., когда среднемесячная температура воды в защищенном прибрежье на глубинах 0.5–1 м составляла 21.5 °С, а в отдельные дни месяца доходила до 29.5 °С. При более низкой температуре воды в июне 1982 г. истощенных мальков в литорали не было обнаружено (см. рисунок).

По сравнению с окунем литоральной зоны доля ослабленных экземпляров у сеголетков пелагической группировки оказалась немножко выше и в июне в различные по температурным условиям годы колебалась от 31 до 33%, а в июле – от 4 до 11%. Максимальные значения этого показателя также приходились на июнь 1981 г.

Повышенная встречаемость истощенных мальков в различных нагульных скоплениях в жаркие годы, на наш взгляд, объясняется тем, что независимо от температурных условий года в составе каждой группировки имеются по разным причинам исходно ослабленные особи. Этими причинами могут быть неодинаковое содержание желтка в икринке, разнокачественность производителей, морфологические дефекты у выклюнувшихся из икры личинок и масса других, определяющих наиболее высокую естественную смертность молоди рыб, главным образом, на ранних этапах онтогенеза [6].

В.А. Кузнецов [5] с помощью корреляционного анализа показал на примере Куйбышевского водохранилища, что выживаемость молоди окуня в отличие от молоди карповых рыб определяется в основном температурным фактором, так как высокая численность мальков окуня наблюдается только в годы с высокой биомассой зоопланктона. Повышение же температуры воды, если оно не выходит за определенные для каждого вида рыб пределы, приводит к увеличению интенсивности обмена и питания гидробионтов [1, 2].





Встречаемость ослабленных особей у сеголетков окуня литоральной (Б) и пелагической (В) группировок в различные по уровню и температурному режиму годы (А).

1 — среднемесячная температура воды в литорали водохранилища; 2 — температура воды в пелагиали водоема; 3 — уровень воды; 4 — критическое содержание жира при $P=0,001$, % от сырой массы; 5 — содержание жира у мальков в естественных условиях.

В июне основную часть рациона окуня в литорали и пелагиали Рыбинского водохранилища составляет зоопланктон [7]. По мнению же В.С. Ивлева [2], молодь рыб, потребляющая зоопланктон, нуждается в непрерывном питании, и поэтому даже кратковременное голодание приводит к потере способности добывать пищу в необходимом количестве. Отсюда естественно допустить, что высокая температура воды в отдельные дни июня 1981 г. выходила за пределы оптимальной для питания мальков, вследствие чего некоторые из них и в первую очередь исходно наиболее ослабленные могли испытывать чувство голода и для обеспечения своей жизнедеятельности вынуждены были затрачивать жировые запасы.

В открытой части водохранилища встречается больше физиологически ослабленных особей, чем в литорали. Это подтверждает предположение А.В. Коган [3] и В.К. Конобеевой [4] о том, что в результате воздействия ветровых течений с прибрежных нерестилищ в пелагиаль водоемов выносятся, главным образом, мелкая, отставшая в развитии молодь окуня, которая служит источником формирования пелагических нагульных скоплений. Поскольку запасы и энергетическая ценность кормовых беспозвоночных прибрежнофитопланктонного комплекса значительно выше, чем пелагического [7], то мальки, попавшие в открытое водохранилище, находятся в худших кормовых условиях, чем задержавшиеся в литорали. Вследствие высокой пластичности в питании и росте основная часть молоди приспосабливается к трофическим условиям пелагиали, но трофо-энергетические и физиолого-биохимические показатели ее оказываются намного ниже по сравнению с сеголетками литоральных скоплений [7]. Осенняя сработка уровня воды в водохранилище приводит к осушению большинства участков защищенного побережья и тем самым определяет начало ската особей литоральных скоплений в русловую часть водоема. За счет смешивания скатывающихся с литорали мальков с молодькой пелагических скоплений происходит нивелирование размерно-массовых и биохимических показателей у сеголетков окуня литоральной и пелагической группировок в конце лета [7]. Очевидно, именно этим объясняется более продолжительное существование упомянутых выше различий в годы с поздней сработкой уровня воды, нежели в годы с ранним осушением мелководий.

Необходимо подчеркнуть, что рассчитанная нами величина предполагаемого естественного отхода для молоди окуня значительно ниже происходящего в природе, так как мы не учитывали влияние хищников.

Таким образом, жизнестойкость сеголетков окуня литоральной группировки намного выше, чем пелагической. В Рыбинском водохранилище среди мальков пелагических скоплений в июне можно ожидать естественную смертность минимум 31-33% от всего их количества, в июле - 4-11%. „Кандидаты“ на естественный отход среди окуня литоральных скоплений встречаются только в июне и их число не превышает 10%. В годы с жарким летом встречае-

мость ослабленных экземпляров в литорали и пелагиали водоема наиболее высока.

Л и т е р а т у р а

1. В и н б е р г Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск, 1956. 242 с.
2. И в л е в В.С. Экспериментальная экология питания рыб. Киев, 1977. 266 с.
3. К о г а н А.В. Сравнительная характеристика питания молоди окуня Верхней Волги в условиях разного течения. — Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол., 1981, т. 86, вып. 4, с. 19–30.
4. К о н о б е е в а В.К. Особенности распределения и экологические группировки молоди рыб в водохранилищах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1982. 22 с.
5. К у з н е ц о в В.А. Динамика численности и выживаемости молоди пресноводных рыб. Казань, 1975. 71 с.
6. Н и к о л с к и й Г.В. Теория динамики стада рыб. М., 1974. 447 с.
7. Х а л ь к о В.В. Закономерности формирования продукционных показателей молоди рыб разных экологических групп: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1983. 24 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР
Астраханский технический институт
рыбной промышленности
и хозяйства

УДК 597.553.2-15

Л.Ю. Б у г р о в

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОПРЕФЕРЕНДУМА МОЛОДИ КИЖУЧА ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТРАТИФИКАЦИИ В ВОДОЕМЕ

Известно, что температурные особенности того или иного водоема оказывают существенное влияние на распределение ихтиофауны, а возможность сравнения данных полевых и лабораторных исследований имеет важное методическое значение [1].

В настоящей работе предпринята попытка выяснить особенности термопреферендума лососевых рыб в условиях, максимально приближенных к естественным, на фоне комплексного воздействия факторов внешней среды.

Эксперимент проводился с августа по декабрь 1982 г. на молоди кижуча трехлетнего возраста массой 180–220 г. Для наблюдений использовалось 20 рыб, которые были перевезены с Чикинской экспериментальной базы ГосНИОРХ, где они содержались при температуре 17 °С, в одно из глубоких олиготрофных озер Карельского перешейка (оз. Серебряное) и высажены в специально подготовленные садки – вольеры глубиной 12 м. Конструкция этих подводных садков подробно описана ранее [1]. Наблюдения осуществлялись водлазным методом с использованием подводной пневматической камеры „Спрут“.

Распределение рыб на протяжении первой и последней декад каждого месяца фиксировалось ежедневно в разное время суток. Первые 20 сут рыбы корма не получали, затем в течение месяца (сентябрь) автоматическими подводными кормушками осуществлялась двукратная раздача корма (в 7 и 19 ч), а с 1 октября рыбы были переведены на одноразовое кормление в 13 ч. Математическая обработка результатов наблюдений и анализ распределения проводились согласно принятому большинством авторов методу [4].

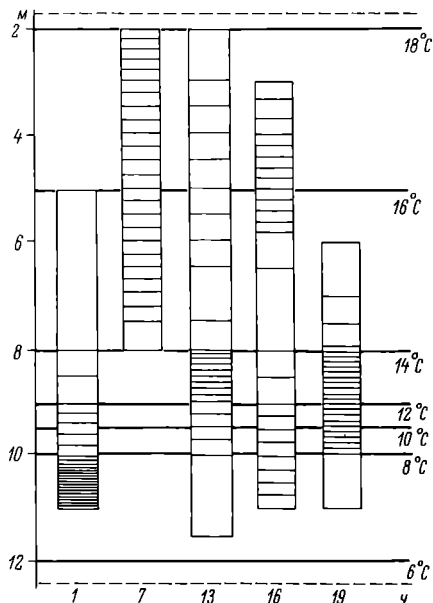
Летний характер температурной стратификации с ярко выраженным слоем скачка и диапазоном температур от 6 до 18 °С в разрезе вольера сохранялся в озере до середины сентября, что дало возможность сравнить распределение голодающих и питающихся рыб в идентичных условиях.

Первые 5 сут молодь кижуча вела себя пассивно, в дневное время находилась у дна вольера, а ночью рассеивалась по всей глубине. Через 6–7 сут с начала опыта была зафиксирована дневная реакция термоизбирания (12–14 °С), а на 9–10-е сутки установился сложный суточный ритм предпочтений (см. рисунок). В ночное время (1 ч) рыбы придерживались глубины более 10 м, где температура колебалась от 7,2 до 8 °С. Утром (7 ч) наблюдалось равномерное распределение рыб по глубинам от 2 до 8 м на температурном интервале 18–14,5 °С. К 13-и часам рыбы довольно плотно собирались на глубине 8–9 м (температура 14–12,5°). Ближе к вечеру (16 ч) особи образовывали две почти одинаковые группировки: первая поднималась к поверхности до глубин 3–6 м (17–15 °С), вторая опускалась ниже слоя температурного скачка на глубину 9–11 м (11–7,5 °С). Во время захода солнца (19 ч) распределение молоди кижуча „уплотнялось“ на глубине 8–10 м (14–9 °С), а затем, еще до наступления полной темноты (20 ч), рыбы опускались глубже 10 м. Подобный ритм сохранялся как при непродолжительном (20 сут) голодании, так и при кормлении молоди, что позволяет предположить эндогенную природу наблюдаемого явления.

В описанном эксперименте рыбы испытывают воздействие трех факторов среды: температуры, освещенности и давления. В этом комплексе освещенность все же является фактором, доминирующим над давлением [3], и может служить одновременно как сигнальным, так и лимитирующим фактором, накладывая свой отпечаток на специфику термоизбирания [6]. Как можно заметить (см. рисунок),

Плотность распределения кижуча по глубине и в зависимости от температуры в разное время суток.

Пунктирная линия — границы вольтера. По оси ординат — глубина; по оси абсцисс — время суток.



подъем кижуча к поверхности воды наблюдался в утренние и предвечерние часы, что вполне согласуется с данными о ритмике питания рыб данного вида в этом возрасте. Об избегании трехлетками кижуча интенсивного уровня дневной освещенности ($1 \cdot 10^4$ – $5 \cdot 10^4$ лк у поверхности) свидетельствуют и наши водолазные наблюдения, которые показали, что при переходе к однократному дневному кормлению рыбы не всплывают к кормораздатчику, а, оставаясь на глубине 9–10 м, поедают падающий корм.

Различия в характере дневного и ночного распределения кижуча сохранялись на протяжении всего периода наблюдений, но только в летнее время вертикальные миграции подчиняются наиболее четкому и сложному суточному режиму, и колебания термопреферендума имеют место 2 раза в сутки. Характерно, что в лабораторных условиях молодь кижуча не реагирует на колебания избираемых температур, а устойчиво придерживается конечной предпочитаемой температуры 13–14 °C [2]. Интересно также, что в условиях искусственного горизонтального термоградиента процесс перехода молоди кижуча от зимней акклимационной температуры (2 °C) к температуре стабильного выбора (13,5 °C) характеризовался следующими параметрами: время установления — 2 ч, время регулирования — 32 ч. Этот процесс имел вид колебаний, постепенно затухающих около зоны окончательно избираемой температуры. В полевых условиях время установления увеличивается до 6–7 сут, а спустя еще 3–4 сут относительная стабилизация термоизбирания сменяется суточным ритмом вертикальных миграций. Такое несовпадение результатов полевых и лабораторных наблюдений может проистекать от неполноты воспроизводства набора элементов среды в лаборатор-

ных условиях. Вопрос требует проведения дополнительных исследований, направленных на сравнение различных методических подходов.

На основании наших подводных наблюдений можно утверждать, что трехлетки кижуча подчиняются суточному ритму вертикальных перемещений. Это обстоятельство при наличии температурной стратификации в водоеме приводит к колебаниям избираемых в течение суток температур как у голодающих, так и у питающихся рыб. Целесообразна постановка вопроса о первопричинности возникновения данного адаптивного механизма в эволюционном аспекте. Работы последних лет о влиянии циклически колеблющегося термального режима на рост лососевых рыб [5] позволяют предполагать, что вертикальные миграции рыб через слой температурного скачка в летний вегетационный период являются важной эволюционной адаптацией не только на экологическом, но и на биохимическом уровне. Изучение поставленного вопроса важно как для решения практических рыбоводных задач, так и для более глубокого понимания эколого-физиологического значения предпочтений рыб.

Л и т е р а т у р а

1. Б у г р о в Л.Ю. Комплексный подход к изучению предпочтений лососевых рыб. — В кн.: Сборник науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1982, т. 188, с. 18–22.
2. Б у г р о в Л.Ю. Избираемые температуры и некоторые поведенческие особенности молоди кижуча. — В кн.: Сборник науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1982, т. 191, с. 38–44.
3. Г и р с а И.И. Ориентация молоди некоторых пресноводных рыб в фотобароградиентной установке. — Вopr. ихтиологии, 1971, т. 11, вып. 2, с. 361–365.
4. П о д д у б н ы й А.Г., Г о л о в а н о в В.К., Л а п к и н В.В. Сезонная динамика избираемых температур рыб. — В кн.: Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. Л., 1978, с. 151–167.
5. B i e t t e R.M., G e e n G.H. The fate of ^{14}C labeled food ingested by underyearling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration. — Can. J. Fish. and Aquat. Sci., 1980, vol. 37, N 7, p. 1184–1192.
6. K w a i n W e n-H w a. Effects of age and over head illumination on temperatures preferred by underyearling rainbow trout, *Salmo gairdneri*, in a vertical temperature gradient. — J. Fish. Res. Board Can., 1978, vol. 35, N 11, p. 1430–1433.

Государственный НИИ озernого
и речного рыбного хозяйства

В.В. Кузьмина, Е.А. Поддубная

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ
ФЕРМЕНТОВ ВДОЛЬ КИШЕЧНИКА КАРПА

Активность ферментов, обеспечивающих процессы мембранного пищеварения, в разных участках кишечника рыб, как правило, неодинакова. При этом возможны межвидовые и внутривидовые различия градиентов активности разноименных ферментов. Градиенты активности разноименных ферментов могут быть различными не только у рыб разных видов, но и у особей одного и того же вида. Градиенты активности одноименных ферментов, напротив, в большинстве случаев близки даже у рыб разных видов [1]. Последнее в значительной мере обусловлено физико-химическими особенностями гидролизуемых субстратов, а также их способностью проникать в зону щеточной каймы энтероцитов и, как следствие, эффектом „субстратного регулирования“ [3]. Кроме того, наблюдаемые различия могут быть связаны с погрешностями, вносимыми различными способами оценки ферментативной активности вследствие неодинакового диаметра кишечной трубки и массы слизистой кишечника рыб.

Цель работы состояла в сопоставлении в идентичных методических условиях уровня активности некоторых ферментов, обеспечивающих процессы мембранного пищеварения у карпа при разных способах оценки.

Работа проведена на двухлетках карпа (*Cyprinus carpio* L.). Масса рыб – 100–180 г, размер – 180–220 см. Кишечник рыб условно делили на пять частей: первый участок (проксимальный) соответствовал первому расширенному участку до первой петли, пятый участок (дистальный) находился между последней петлей и анальным отверстием, второй, третий и четвертый участки (медиальные) получали делением остальной части кишечника на три равные отрезка. В слизистой оболочке указанных отделов при помощи методов, описанных ранее [2], определяли общую амилолитическую активность, активность сахаразы (К.Ф. 3.2.1.48) и щелочной фосфатазы (К.Ф. 3.1.3.1).

Полученные данные свидетельствуют о том, что активность исследованных ферментов в разных участках кишечника карпа различна (рис. 1). При этом значения общей амилолитической активности в расчете на 1 г влажной массы слизистой варьируют незначительно – от 14.2 ± 1.6 до 19.4 ± 3.5 $\text{мМ} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$. При исследовании сахаразы обнаружено резкое и последовательное увеличение уровня ферментативной активности вплоть до четвертого участка (от 0.43 ± 0.09 до 2.59 ± 1.38 $\text{мМ} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$) и снижение его в дистальном отделе (более чем в 2 раза по сравнению с предыдущим отделом). Уровень щелочнофосфатазной активности, напротив, максимален в проксимальном участке кишечника – 124.2 ± 28 $\text{мкМ} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, минимален в дистальном – 47.4 ± 6.8 $\text{мкМ} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$.

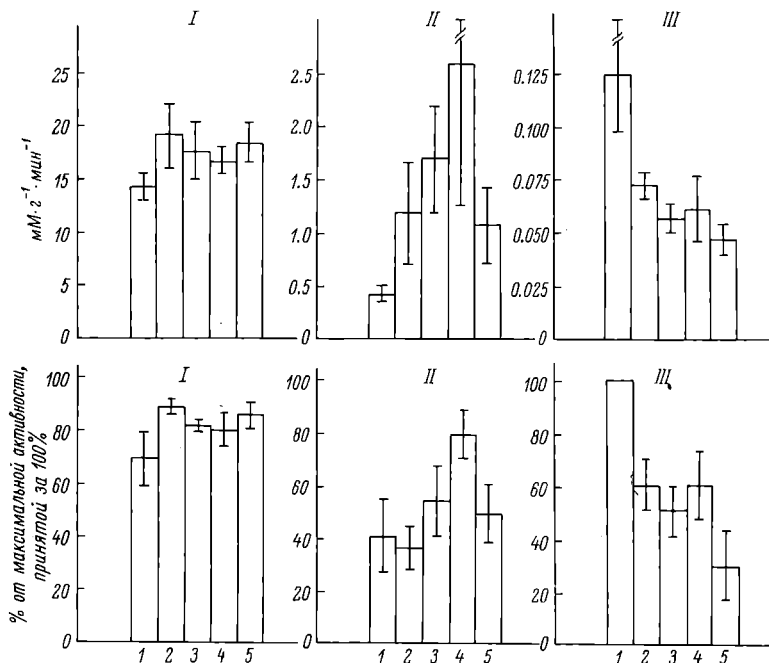


Рис. 1. Активность некоторых ферментов в различных участках кишечника карпа.

I – общая амилолитическая активность; II – активность сахаразы; III – активность щелочной фосфатазы. По оси ординат – уровень ферментативной активности. По оси абсцисс – отделы кишечника: 1 – проксимальный, 2–4 – медиальные, 5 – дистальный.

Вычисление относительной активности указанных ферментов в процентах от максимальной, принятой за 100, показало, что характер их градиента у разных особей карпа неодинаков. Так, максимум общей амилолитической активности отмечен во всех исследованных участках, сахаразы – в трех последних, щелочной фосфатазы – лишь в проксимальном отделе кишечника. В результате этого проксимально–дистальные градиенты относительной активности указанных гидролаз оказываются менее четкими по сравнению с вышеописанными (рис. 1).

Поскольку, как указывалось, диаметр кишки и масса слизистой в различных участках кишечника различны, общепринятые способы расчета уровня ферментативной активности на 1 г сырой массы ткани не дают полного представления об активности ферментов, реально функционирующих в вышеуказанных отделах. При определении реальной активности максимум для всех ферментов обнаружен в проксимальном отделе (рис. 2). Кроме того, исходя из анатомических

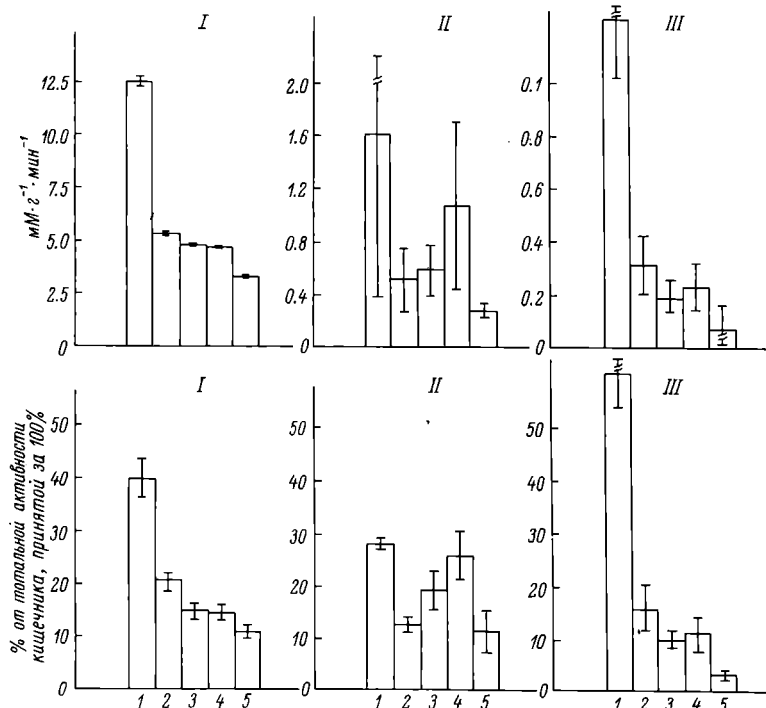


Рис. 2. Реальная активность ферментов в различных участках кишечника карпа.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

особенностей кишечника рыб, рассчитывали суммарную активность ферментов, функционирующих в медиальном отделе. Расчеты показали, что уровень общей амилолитической и сахаразной активности выше в медиальном отделе ($12.5, 16.1, 3.4$ и $1.58, 2.17, 0.27 \text{ mM} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, а также $39.7, 49.8, 10.6$ и $27.5, 56.6, 11.4\%$ в проксимальном, медиальном и дистальном отделах соответственно), а щелочной фосфатазы — в проксимальном отделе ($123.8, 72.5, 6.6 \text{ мкМ} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ и $60.2, 36.5, 3.4\%$ в тех же отделах соответственно).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что у карпа уровень активности одноименных и разноименных ферментов в слизистой разных участков кишечника различен. Данные, характеризующие ферментативную активность единицы массы слизистой, близки полученным ранее для ряда других видов рыб [1]. При этом особого внимания заслуживает отсутствие достоверных различий в уровне общей амилолитической активности, а также разнонаправленность градиентов щелочной фосфатазы и сахаразы у одних и тех же особей,

свидетельствующая о функциональной дифференцированности слизистой кишечника карпа. Расчеты реальной активности исследованных ферментов в различных отделах кишечника карпа показали, что характер градиента некоторых гидролаз при таком способе оценки их активности может существенно меняться. Так, оценка реальной активности фермента позволила выявить особую роль первого, расширенного участка кишечника, в гидролизе углеводов и эфиров фосфорной кислоты, причем только в последнем случае характер градиента не претерпел изменений.

Таким образом, мембранное пищеварение у карпа может осуществляться на всем протяжении кишечной трубки, но поскольку диаметр кишечника и масса слизистой в передних отделах больше, значит и их роль в процессах гидролиза углеводов и эфиров фосфорной кислоты значительно больше по сравнению с отделами, расположенными каудальнее. Вместе с тем общепринятые способы оценки ферментативной активности (в расчете на 1 г слизистой) в ряде случаев искажают представления о проксимально-дистальных градиентах, существующих в действительности. При решении вопросов, касающихся функциональной топографии кишечника рыб, целесообразно использование различных способов оценки ферментативной активности.

Л и т е р а т у р а

1. К у з ь м и н а В.В. Мембранное пищеварение у круглоротых и рыб. — Вopr. ихтиологии, 1978, т. 18, вып. 4 (111), с. 684–696.
2. К у з ь м и н а В.В. Нутритивные адаптации ферментов, осуществляющих мембранное пищеварение у пресноводных костистых рыб. — Журн. общ. биологии, 1981, т. 42, № 2, с. 258–265.
3. У г о л е в А.М. Мембранное пищеварение. Л., 1972. 356 с.

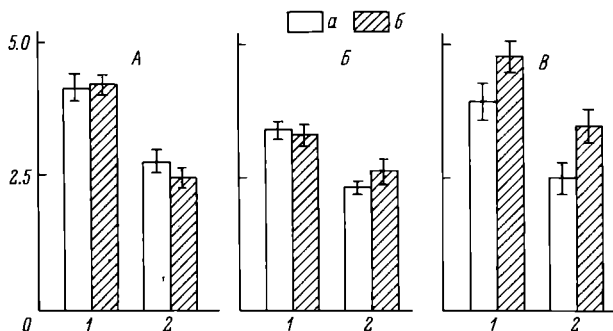
Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 591.132 : 597.5

А.Н. Н е в а л ё н н ы й

ВЛИЯНИЕ ФЛОРИДЗИНА, СТРОФАНТИНА К
И ФТОРИСТОГО НАТРИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ
ВСАСЫВАНИЯ НЕКОТОРЫХ УГЛЕВОДОВ
В КИШЕЧНИКЕ ЛЕЩА (*Abramis brama* (L.))

По данным ряда работ, у рыб, как и у других позвоночных животных, абсорбция некоторых углеводов осуществляется в зоне шесточной каймы энтероцитов посредством активного транспорта [5, 6],



Влияние флоридзина (А), строфантина К (Б) и фтористого натрия (В) на интенсивность аккумуляции глюкозы при инкубации отрезка кишки в растворе мальтозы (1) и глюкозы (2).

а – контроль, б – опыт. По оси ординат – концентрация глюкозы, мМ (за время инкубации).

в то время как для некоторых видов рыб отмечается его отсутствие [3]. Для решения вопроса о наличии активного компонента при всасывании углеводов у пресноводных костистых рыб изучали влияние веществ, обычно используемых в качестве ингибиторов активного транспорта у позвоночных животных.

Работа выполнена летом и осенью 1982–1983 гг. на леще (*Abramis brama* (L.)) Рыбинского водохранилища. Использовался метод прошитых полосок: отрезки среднего отдела кишки, предварительно промытого 20 мл охлажденного раствора Рингера для холоднокровных животных (рН 7,3), длиной 3,5–4 см делили на две продольные полоски. Одну из полосок подвешивали в пробирку, содержащую субстрат, вторую – в пробирку, содержащую помимо субстрата тот или иной ингибитор. В качестве субстрата использовали глюкозу (10 мМ) и мальтозу (10 мМ), в качестве ингибитора – флоридзин ($5 \cdot 10^{-5}$ М), строфантин К ($5 \cdot 10^{-5}$ М) и фтористый натрий (0,02%). Инкубацию полосок проводили в течение 60 мин при 20 °С в условиях оксигенации. Интенсивность аккумуляции глюкозы в препаратах определяли глюкозооксидазным методом В.К. Городецкого в модификации А.М. Уголева и Н.Н. Иезуитовой [4]. Данные статистически обрабатывались по методу Стьюдента и Фишера.

Прежде всего необходимо отметить отсутствие противогradientного транспорта глюкозы в кишечнике леща во всех трех сериях опытов.

В результате действия флоридзина (см. рисунок, А) отмечалось незначительное снижение транспорта глюкозы при инкубации отрезка кишки в растворе глюкозы (от $2,81 \pm 0,17$ до $2,49 \pm 0,13$ мМ) и отсутствие эффекта – в растворе мальтозы ($4,22 \pm 0,23$ и $4,27 \pm 0,19$ мМ).

При действии строфантина К (см. рисунок, Б) наблюдалось незначительное увеличение абсорбции глюкозы при инкубации отрезка кишки в растворе глюкозы ($2,33 \pm 0,10$ и $2,62 \pm 0,18$ мМ). При инкубации пре-

парата в растворе мальтозы, как и в предыдущей серии, эффект не обнаружен (3.37 ± 0.15 и 3.28 ± 0.20 мМ).

Под влиянием фтористого натрия наблюдалось достоверное увеличение интенсивности аккумуляции глюкозы при инкубации отрезка кишки как в растворе глюкозы (от 2.49 ± 0.27 до 3.47 ± 0.33 мМ), так и в растворе мальтозы (от 3.90 ± 0.33 до 4.75 ± 0.28 мМ).

Сопоставление полученных результатов, а также данных Г.М. Рошиной [3] по влиянию фторидзина на всасывание глюкозы у восьми видов рыб, показывает, что препараты, применяемые при исследовании транспортных процессов у высших позвоночных животных в качестве ингибиторов (строфантин К и фторидзин), не вызывают сколько-нибудь значительного эффекта у пресноводных костистых рыб. Отсутствие ингибирующего эффекта этих веществ в случае аккумуляции глюкозы, образующейся в результате гидролиза мальтозы, и незначительное ингибирование фториджином процесса всасывания свободной глюкозы может свидетельствовать о существовании двух транспортных систем в мембранах энтероцитов леща, одна из которых транспортирует глюкозу, образующуюся при гидролизе дисахаридов, другая – свободные мономеры.

Для объяснения активации транспорта глюкозы под влиянием фтористого натрия может быть высказано следующее предположение. При исследовании различных животных было доказано, что транспорт моносахаридов через апикальную мембрану энтероцитов обеспечивается за счет их сопряжения с транспортом ионов натрия [2]. Кроме того, известно, что фтор является неспецифическим активатором аденилатциклазы – фермента, катализирующего образование цАМФ из АТФ [7]. В свою очередь, как было продемонстрировано в экспериментах, проведенных на почке лягушки, повышение внутриклеточного уровня цАМФ приводит к возрастанию проницаемости апикальной мембраны для ионов натрия [1]. По-видимому, в наших экспериментах, в результате повышения проницаемости мембраны для ионов натрия, вызывающего увеличение их транспорта, происходило усиление сопряженного с ним транспорта глюкозы.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об отсутствии противогradientного транспорта глюкозы и наличии незначительного фториджинзависимого компонента, а также подтверждают предположение Г.М. Рошиной [3] о том, что абсорбция глюкозы у пресноводных костистых рыб осуществляется скорее путем облегченной диффузии, чем активного транспорта.

Л и т е р а т у р а

1. Бреслер В.М., Никифоров А.А. Транспорт органических кислот через плазматические мембраны. Л., 1981. 203 с.
2. Никольский Н.Н. Всасывание сахаров. – В кн.: Физиология всасывания. Л., 1977, с. 249–284.
3. Рошина Г.М. Особенности всасывания углеводов у некоторых видов костистых рыб. – Журн. эволюц. биохимии и физиологии, 1981, т. 17, № 1, с. 93–94.

4. Уголев А.М., Иезуитова Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз. – В кн.: Исследование пищеварительного аппарата у человека. Л., 1969, с. 192–196.
5. Albus A., Siegenbeek van Heukelom J. The electrophysiological characteristics of glucose absorption of the goldfish intestine as compared to mammalian intestines. – Comp. Biochem. Physiol., 1976, vol. 54A, p. 113–119.
6. Huang K.C., Rout W.R. Intestinal transport of sugar and aromatic amino acids in killifish. – Amer. J. Physiol., 1967, vol. 212, p. 799–803.
7. Robison G.A., Butcher R.W., Sutherland E.W. Cyclic AMP. New York, 1971, p. 1–531.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.114.7(28)(47)

Е.М. Бикбулатова

К ИЗУЧЕНИЮ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ ВОДОЕМОВ ВОЛГО-БАЛТИЙСКОГО ПУТИ И СЕВЕРО-ДВИНСКОЙ СИСТЕМЫ

Весной, летом и осенью 1976 г. было проведено гидрохимическое обследование водоемов Волго-Балтийского пути и Северо-Двинской системы. Схема расположения станций приведена в работе Н.В. Буторина и А.С. Литвинова [1]. В отобранных с глубины 1 м пробах определены содержание органического углерода (C_{org}) и биохиматная окисляемость (ХПК). По соотношению

$$ЛФ = \frac{БПК}{ХПК} \times 100\%$$

рассчитана доля лабильной фракции органического вещества¹.

Малые водохранилища Волго-Балтийского пути – Новинкинское и Вытегорское – характеризуются высокой мутностью воды. Взвеси представлены в основном тонкодисперсной фракцией минеральных частиц. Низкая прозрачность ухудшает условия существования фотосинтетиков и препятствует образованию автохтонного органического вещества. В этих водохранилищах органическое вещество преимущественно аллохтонного происхождения. Основной приток его дает р. Вытегра. В течение исследуемого периода содержание органического углерода в воде обоих водохранилищ изменялось от 9,1 до 12,4 мг/л (см. таблицу).

¹ БПК определено Ю.В. Ларионовым.

Общее содержание и доля лабильного органического вещества
в исследованных водоемах

Станция	Весна 14 V-2 VI		Лето 21 VII- 10 VIII	Осень 7 X-23 X	
	$C_{орг'}$ мг/л	ЛФ, %	$C_{орг'}$ мг/л	$C_{орг'}$ мг/л	ЛФ, %
Вытегорское водохранилище	9,8	5	12,4	10,2	4
Новинкинское водохранилище	9,1	5	11,4	10,5	5
Шекснинское водохранилище:					
у Ковжи-Белозерской	19,5	5	25,3	20,3	5
Белое озеро (станция):					
2	12,9	11	13,2	13,2	7
3	11,1	6	10,2	10,5	13
4	-	11	13,2	11,4	8
5	9,0	8	8,7	10,7	11
6	9,9	13	10,2	10,2	7
7	7,0	13	8,6	12,3	7
8	6,0	15	11,4	11,5	1
9	7,4	15	8,9	9,3	4
Крохино	8,0	9	12,6	13,5	6
Горицы	8,2	15	15,2	11,6	8
Сизьменский разлив	8,7	11	16,2	12,2	10
Черная гряда	11,1	11	16,0	13,5	6
верхний бьеф Шекснинской ГЭС	8,7	8	17,4	14,3	7
Северо-Двинская система:					
оз. Сиверское	5,6	18	5,8	5,7	8
оз. Зауломское	8,3	8	12,2	10,8	-
оз. Кишемское	9,8	8	17,2	11,8	-
оз. Благовещенское	12,4	5	19,4	15,9	4
у р. Порозовицы	12,8	7	18,8	16,9	3

Более значительные колебания содержания $C_{орг}$ наблюдались весной по всей акватории Белого озера (6,0-12,9 мг/л). При преобладающих в этот период ветрах западного и северного направлений в озере развиваются две циркуляционные зоны [5]. Наличие циркуляции против часовой стрелки в юго-западной части озера обуславливает постоянный подток цветных вод рек Ковжи и Кемы вдоль южного берега. В связи с этим на станциях этого района (ст. 2 и 3) содержание органического вещества выше, чем на других участках. На севере, северо-востоке и востоке водоема (ст. 7, 8, 9) присутствовали холодные зимние воды с меньшим содержанием органического углерода, а в северо-западной и западной частях озера - смешанные (ст. 4, 6).

В летне-осенний период содержание органического вещества по всей акватории озера возросло. Летом в районе ст. 5, 7, 9 сформировалась озерная водная масса с меньшим количеством углерода органического вещества.

В речной части Шекснинского водохранилища от с. Крохино до верхнего бьефа ГЭС концентрации органического углерода составляли от 8,2 мг/л весной до 16,2 мг/л летом. Состав воды на этом участке подвержен заметному влиянию Белого озера, из которого в зависимости от гидродинамических условий весной поступают воды различного генезиса. В вегетационный период свою долю в суммарное органическое вещество вносит и продукция фитопланктона. Участок от с. Горицы до верхнего бьефа Шекснинской ГЭС – наиболее продуктивный [4]. С этим, по-видимому, и связано большое содержание здесь летом органического вещества по сравнению с Белым озером. Осенью при незначительном продуцировании и хорошем ветровом перемешивании водная масса, заполнявшая речную часть водохранилища, по уровню содержания органического вещества была идентична озерной. Органическое вещество представлено окрашенными гумусовыми соединениями. Цветность воды достаточно высокая по всей акватории водохранилища [2].

Водоемы Северо-Двинской системы различаются между собой по содержанию в них органического вещества (см. таблицу). Оно увеличивается от Сиверского озера к р. Порозовица. В озерах, как правило, от весны к лету идет прирост содержания органического вещества и последующая убыль к осени. Только в Сиверском озере концентрация органического углерода в течение исследуемого периода оставалась практически на одном уровне.

Органическое вещество водоемов Волго-Балтийского пути и Северо-Двинской системы весной и осенью было представлено в основном трудноразлагаемыми соединениями гумусовой природы. Однако лабильная фракция органического вещества в оз. Сиверском составляла значительную долю (до 18%) от его общего содержания, что, вероятно, связано с весенним максимумом в развитии фитопланктона [3]. В Шекснинском водохранилище ее доля иногда составляла 15%, в остальных водоемах – 5–8%. Осенью максимум относительного содержания биологически нестойких соединений отмечен в Сизьменском разливе и на двух станциях Белого озера (ст. 3, 5). На остальных станциях величины были меньше и ниже весенних (см. таблицу).

Полученные результаты могут служить в качестве исходных для прогноза возможных изменений экологической ситуации под влиянием антропогенного воздействия на водоемы бассейна Волги.

Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н Н.В., Л и т в и н о в А.С. К изучению возможных изменений экологических условий в р. Волге при территориальном перераспределении речного стока. – В кн.: Экологичес-

- кие исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л., 1982, с. 3-8.
2. Былинкина А.А., Трифонова Н.А., Кудрявцева Н.А., Калинина Л.А., Генкал Л.Ф. Гидрохимический режим Шекснинского водохранилища и водоемов Северо-Двинской системы. - В кн.: Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л., 1982, с. 9-25.
 3. Минеева Н.М. Содержание хлорофилла a в водоемах Волго-Балтийской и Северо-Двинской систем. - В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1979, № 41, с. 31-35.
 4. Минеева Н.М. Содержание пигментов и первичная продукция фитопланктона речной части Шекснинского водохранилища. - В кн.: Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л., 1982, с. 77-89.
 5. Фомичев И.Ф., Литвинов А.С. О циркуляции вод Белого озера при различном ветре. - В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1979, № 41, с. 62-65.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.551.14

А.А. Былинкина

О СКОРОСТИ ОБОРОТА ФОСФАТОВ В ВЕСЕННИХ ВОДАХ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Наблюдения проводили в мае 1981 и 1982 гг. Общие сведения о морфометрии, гидрологическом и гидрохимическом режиме Горьковского водохранилища приведены в монографии [2]. В пробах, отобранных на станциях в 1981 и 1982 гг. (8 и 12 соответственно), определяли содержание фосфора, азота и формы этих элементов (табл. 2 и 3). Кинетические параметры поглощения фосфатов (константу скорости и время оборота) измеряли на станциях, указанных в табл. 1. Анализ выполняли на судне сразу после выемки проб. Время и скорость оборота определяли с применением $^{32}\text{P}-\text{PO}_4$ без носителя путем регистрации снижения активности фильтрата (диаметр пор 0.7 мкм) и нанесения на полупогарифмический график активности ^{32}P в фильтрате (процент от исходной) как функции времени [4]. Обычно график имел вид прямой, по углу наклона определяли константу скорости поглощения фосфатов. Продолжительность наблюдений над снижением активности каждой пробы зависела от интенсивности биохимического поглощения фосфатов и наличия доступного фосфора в анализируемой воде. В 1981 г. длительность каждого опыта составляла 5-6 ч, в 1982 г. - 7-12 ч.

Т а б л и ц а 1

Константа скорости и время оборота фосфатов в воде
Горьковского водохранилища

Станция	Дата	Констан- та ско- рости, ч ⁻¹	Время оборота, ч	Хлоро- филл "а", мкг/л	O ₂ % на- сыщения	P раствор- реактив- ный, мкг/л	Si реакт., мг/л
1981 г. (май)							
Речной плес							
Нижний бьеф Рыбинской ГЭС	19	0,183	5,5	18,2	105	7	0,8
Нижне г. Рыбинска	20	0,2	5	37,4	115	16	0,9
Нижне г. Яро- славля	21	0,19	5,3	35	139	4	0,2
Нижне г. Костромы	23	0,245	4,1	36,9	135	5	0,3
Выше г. Кинешмы	24	0,078	12,8	11,6	99	8	1,5
Озерный плес							
Г. Юрьевец	26	0,13	7,7	11,9	99	4	1,9
Г. Чкаловск	27	0,358	2,8	11,1	105	2	2,1
1982 г. (май)							
Речной плес							
Нижний бьеф Рыбинской ГЭС	16	0,016	62,5	4,8	87	20	1,8
Нижне г. Рыбинска	16	0,085	11,8	-	84	22	1,9
Выше г. Яро- славля	17	0,028	35,7	10	84	16	2
Нижне г. Костромы	19	0,023	43,5	7,6	73	21	1,7
Выше г. Кинешмы	25	0,014	71,4	3,1	72	17	2
Озерный плес							
Г. Юрьевец	23	0,018	55,5	4,5	80	13	2,1
Г. Пучеж	24	0,016	62,5	4,5	81	21	2
Г. Чкаловск	25	0,058	17,2	5,4	86	8	1,9

Предполагалось, что в процессе поглощения участвовало два компонента: живые организмы планктонного сообщества и ортофосфаты, содержащиеся в воде. Величина константы соответствовала доле присутствующих фосфатов, поглощенных за единицу времени. Обратная величина константы представляла собой время, за которое поглощаются содержащиеся в исследуемой воде фосфаты. Поскольку добавка ³²P без носителя не нарушала динамического фосфатного равновесия, существующего в природных водах, можно полагать, что определяемые параметры процесса поглощения фосфатов будут характеризовать интенсивность их оборота. Однако расчет потока фос-

Т а б л и ц а 2

Формы фосфора в воде Горьковского водохранилища, мкг Р/л.

Плес и год исследования	Р _{общ}	Р _{раствор}		Р _{взвеси}	
		реактив- ный	„органи- ческий“	реактив- ный	нереак- тивный
1981 (май)					
Речной	<u>62-75</u> 69	<u>3-18</u> 10	<u>3-27</u> 11	<u>3-15</u> 9	<u>16-48</u> 39
Озерный	<u>50-68</u> 60	<u>2-6</u> 4	<u>8-18</u> 13	<u>9-12</u> 10	<u>30-36</u> 32
Среднее для водоема	67	8(12)	12(18)	10(15)	37(56)
1982 (май)					
Речной	<u>52-89</u> 72	<u>16-40</u> 24	<u>8-29</u> 14	<u>5-22</u> 11	<u>12-37</u> 23
Озерный	<u>50-72</u> 62	<u>1-21</u> 9	<u>2-35</u> 13	<u>9-34</u> 19	<u>8-30</u> 21
Среднее для водоема	68	17(25)	14(21)	14(21)	22(32)

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 3: над чертой – пределы колебания величин, под чертой – средняя для плеса, в скобках – % от Р_{общ}.

фора, т.е. определение скорости оборота фосфатов между гидробионтами и средой путем деления концентрации PO_4 на время оборота, нами не производился вследствие того, что установленные стандартным методом концентрации ионов ортофосфата (в табл. 1, 2 – растворенный реактивный фосфор) часто превышают истинное их содержание из-за гидролиза фосфорсодержащих соединений под воздействием применяемых реактивов [1, 4].

Результаты определений показали, что величина константы скорости на всех станциях весной 1981 г. была значительно больше, чем в мае 1982 г. (табл. 1). Более интенсивный обмен фосфатов сопровождался высоким содержанием хлорофилла, перенасыщением воды растворенным кислородом и низкими концентрациями реактивного кремния. Это свидетельствовало о массовом развитии диатомовых. Количество реактивных растворенных фосфатов также было меньше, чем в 1982 г., но составляло величины, достоверно определяемые стандартным методом.

Анализ ряда физических свойств воды не показал резких различий. Так, температура воды, содержание взвешенных веществ, прозрачность в среднем для водохранилища в 1981 и 1982 гг. составляли соответственно 11 и 10,1 °С, 11,5 и 10,3 мг/л, 98 и 97 см. Определе-

Т а б л и ц а 3

Формы азота и отношение N : P в воде Горьковского водохранилища, мг N/л

Плес и год исследования	N _{общ}	N _{минерал}	N _{орг}	N _{общ} :P _{общ}	N _{минерал} : P _{минерал}
1981 (май)					
Речной	<u>1.04-1.44</u> 1.26	<u>0.53-0.79</u> 0.69	<u>0.37-0.78</u> 0.57	<u>15-21</u> 18	<u>43-246</u> 98
Озерный	<u>0.87-1.17</u> 1.02	<u>0.28-0.66</u> 0.42	<u>0.51-0.69</u> 0.59	<u>15-19</u> 17	<u>54-166</u> 121
Среднее для водоема	1.19	0.61(51)	0.58(49)	18	105
1982 (май)					
Речной	<u>1.36-1.71</u> 1.53	<u>0.69-1.17</u> 0.89	<u>0.44-0.81</u> 0.64	<u>16-30</u> 22	<u>20-73</u> 41
Озерный	<u>0.79-1.82</u> 1.18	<u>0.28-1.12</u> 0.60	<u>0.45-0.7</u> 0.58	<u>12-28</u> 19	<u>18-856</u> 201
Среднее для водоема	1.38	0.77(56)	0.61(44)	21	110

П р и м е ч а н и е. N_{минерал} – сумма нитратного, нитритно-го и аммонийного азота, P_{минерал} – растворенный реактивный.

ние форм фосфора свидетельствовало о более высоком содержании фосфора взвеси его нереактивной части в 1981 г. и практически одинаковых количествах общего фосфора и растворенной нереактивной фракции (табл. 2). Концентрации азота минерального и органического также составляли величины одного порядка (табл. 3). Отношение N : P как для общего содержания этих элементов, так и для минеральных форм было больше 15, что указывало на фосфатный дефицит в оба года наблюдений и не отражало различий в интенсивности продукционно-деструкционных процессов. Это объясняется, по-видимому, тем, что питание Горьковского водохранилища в основном осуществляется за счет поверхностного стока с лесной зоны, характерной особенностью которого является высокое содержание органического вещества гумусовой природы, представляющего собой сложный трудноразлагаемый органоминеральный комплекс, содержащий азот и фосфор. Кроме того, весной большая часть фосфора поступает в составе взвешенных веществ – продуктов эрозии почв. Таким образом, в водоеме преобладают соединения азота и фосфора аллохтонного происхождения.

Относительно низкое содержание растворенного реактивного фосфора весной 1981 г. также не может служить надежным показателем дефицита фосфора вследствие высокой саморегулирующей способности водных экосистем компенсировать недостаток фосфора за счет внутренних резервов планктонных организмов и энзимного расщепления монофосфатных эфиров, присутствующих в воде. Высокий уровень фосфатазной активности в водных массах Горьковского водохранилища весной 1981 г. [3] подтверждает это положение. Следует подчеркнуть, что по кинетическим параметрам напряженность фосфатного обмена отчетливо прослеживалась в период „цветения” фитопланктона.

Л и т е р а т у р а

1. Б ы л и н к и н а А.А., П е т у х о в а Л.А., Л а п и р о в а Т.Б. Формы фосфора и кинетика поглощения фосфатов в водохранилищах Верхней Волги. – В кн.: Гидрохимические исследования волжских водохранилищ. Рыбинск, 1982, с. 49–61.
2. В о л г а и е е ж и з н ь. Л., 1978. 350 с.
3. Т р и ф о н о в а Н.А. О фосфатазной активности вод Горьковского водохранилища. – В кн.: Тезисы IV Всесоюз. симпозиума по изуч. орган. вещества и биоген. элементов во внутренних водоемах. Петрозаводск, 1983, с. 107–109.
4. L e a n D.R.S., N a l e w a j k o C. Phosphorus turnover time and phosphorus demand in large and small lakes. – Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol., 1979, N. 13, p. 120–132.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 579.68.08

Н.А. Л а п т е в а, А.А. Р о с т у н о в

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ФАКУЛЬТАТИВНО-ОЛИГОКАРБОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ В ВОДОЕМАХ

Большинство микроорганизмов в водоемах принадлежит к факультативно-олигокарбофилам, которые в зависимости от ситуации могут потреблять органическое вещество как в низких, так и в высоких концентрациях [3, 6]. При непосредственном высеве бактерий из водоема на богатые питательные среды значительная часть факультативно-олигокарбофильных микроорганизмов не растет. Очевидно, это связано с тем, что в водной среде они живут и размножаются при низких концентрациях питательных веществ.

Т а б л и ц а 1

Число факультативно-олигокарбофильных бактерий на средах с разными источниками органического вещества, тыс. кл./мл

Источник органического вещества	Число бактерий на жидких средах		Число бактерий на агаризованных средах	
	Наволок	Молога	Наволок	Молога
Природная вода	1	1	1.6	2
Дрожжевой экстракт	100	100	11	8
Казеинат	10	10	4.2	3.8
Триптон	1	10	4.7	1.9
Глюкоза	1	0.1	1.3	0.4
Органические кислоты				
Уксусная	0.1	1	5	3.6
Янтарная	1	10	7	6.5
Фумаровая	1	10	6.5	4.1
Пировиноградная	0.1	10	9.6	7.6
Молочная	0.1	100	3.2	2.6
Исходное общее количество бактерий	-	-	400	300

Численность их, определяемая путем посева на стерильную природную воду, как правило, на 1-2 порядка ниже от общего количества бактерий. Лишь в некоторых мезотрофных озерах порядок их величин бывает одинаковым [1, 2, 4, 5].

При подборе питательной среды, используемой для более полного учета числа факультативно-олигокарбофилов, мы изучали влияние следующих органических веществ: казеината, триптона, дрожжевого экстракта, глюкозы и солей органических кислот (уксусная, янтарная, фумаровая, пировиноградная, молочная). Указанные вещества в концентрации 100 мг/л добавляли в природную воду. Значение pH среды перед посевом соответствовало 7.3.

Посев на жидкие среды производили водой, стерильно отобранной из Рыбинского водохранилища. В первую пробирку вносили 1 мл исследуемой воды и отсюда уже делали ряд разведений до конечного (восьмого). Контролем служили незасеянные пробирки со средами. Каждый опыт проводили в 3 повторностях. После 10 сут инкубирования при температуре 22-25 °C в каждую пробирку стерильно микропипеткой вносили по 1 капле промышленного гидролизата белка, меченного ^{14}C , с активностью $0.25 \cdot 10^6$ имп/мин в 1 мл. Через 2 ч профильтровывали через мембранный фильтр с диаметром пор 0.35 мкм, который сразу же промывали 5 мл физиологического раствора. О наличии роста судили по радиоактивности бактерий на фильтрах и сравнивали с контролем (незасеянные пробирки). В

Т а б л и ц а 2

Число факультативно-олигокарбофильных бактерий на средах с естественным содержанием органического вещества и дрожжевым экстрактом, тыс. кл./мл

Место отбора проб	Общее число бактерий	Численность факультативно-олигокарбофилов	
		на природной воде	на природной воде + дрожжевой экстракт (10 мг/л)
Рыбинское водохранилище:			
Средний Двор	700	1	10
	800	10	100
Наволоч	1000	10	1000
	600	10	100
Молога	1000	1000	1000
Брейтово	700	1	100
Прибрежье	1000	10	100
Канал	1000	100	100
Пруд	800	100	1000
Лесной ручей	400	0.1	1

каждой пробе воды анализировали исходное общее количество бактерий.

Одновременно производили учет олигокарбофилов на агаризованных средах того же состава путем подсчета числа колоний на чашках Петри.

Был проведен ряд определений численности факультативно-олигокарбофилов на естественной воде с добавлением дрожжевого экстракта (10 мг/л). В качестве контрольной среды служила стерильная природная вода.

Приведенный в табл. 1 фактический материал свидетельствует о том, что максимальная численность факультативно-олигокарбофилов (100 тыс. кл./мл) определена по среде с дрожжевым экстрактом. Порядок числа совпадал с общим содержанием бактерий в исходной пробе, отобранной для засева среды. На природной стерильной воде их число соответствовало лишь 1 тыс. кл./мл. На жидких средах с казеинатом и триптоном количество микроорганизмов было учтено в 10 раз больше, чем в контроле. Самое низкое содержание бактерий зарегистрировали на средах с глюкозой и уксусной кислотой. Другие органические кислоты стимулировали развитие организмов в отдельных случаях.

Отметим, что на агаризованных средах того же состава наибольшее количество бактериальных клеток учитывали на среде с дрожжевым экстрактом. Однако эти данные в 10 раз ниже по сравнению с числом, определенным на жидкой среде. На средах с органическими кислотами число бактерий, определяемое в отобранной пробе воды из центральной части водохранилища, было больше на агаризованных средах, чем на жидких.

Таким образом, мы пришли к выводу, что для учета численности факультативно-олигокарбофилов следует использовать естественную воду с добавкой дрожжевого экстракта. При сравнении разных концентраций дрожжевого экстракта (100 и 10 мг/л) оказалось, что на таких средах определяется одинаковое количество бактерий. Учитывая, что в воде чистых водоемов содержится 2–15 мг С/л, в дальнейшем мы стали сравнивать численность бактерий, определяемую на одной стерильной природной воде и с добавкой 10 мг дрожжевого экстракта на 1 л воды. Результаты анализов приведены в табл. 2.

Численность факультативно-олигокарбофилов, учитываемая на среде с дрожжевым экстрактом, в 10–100 раз больше по сравнению с посевом на естественную воду. При этом порядок численности при посеве на воду с добавкой 10 мг/л дрожжевого экстракта чаще всего совпадает с общей численностью микроорганизмов, определяемой прямым методом. В дальнейшем при выделении доминирующих видов факультативно-олигокарбофилов мы использовали эту среду для первоначального их культивирования после посева из воды. Через 14 сут культивирования при комнатной температуре высевали размножившиеся клетки на рыбо-пептонный агар, разведенный в 10 раз, (РПА 1:10) и агаризованную среду, содержащую 100 мг/л дрожжевого экстракта.

При определении видов оказалось, что на обеих средах виды одинаковы, а рост был лучше на РПА 1:10. Поэтому дальнейшую работу по окончательному выделению доминирующих бактерий производили путем рассева их клеток на эту питательную среду. Используя такой метод и эти среды для выделения факультативно-олигокарбофилов из озер, нам удалось получить чистые культуры доминирующих видов рода *Caulobacter*, бактерий *Microcycilus*, микроорганизмы с выростами и многочисленными фимбриями. Отметим, что при первоначальном посеве исходной пробы воды на естественную воду с дрожжевым экстрактом в первом разведении активно развиваются немногочисленные в водоемах простеко- и анкалобактерии. Очевидно, пересев их размножившихся клеток на селективные среды позволит в дальнейшем успешно выделять редкие виды в чистые культуры.

Таким образом, для определения численности и выделения доминирующих и редких видов факультативно-олигокарбофилов рекомендуем использовать для первоначального посева микроорганизмов из водоемов естественную воду с добавлением 10 мг/л дрожжевого экстракта. При этом необязательно употреблять воду из того же

водоема, из которого выделяем организмы. Важно, чтобы органическое вещество было естественного происхождения и все другие компоненты питательных веществ были наиболее сбалансированы [1].

Л и т е р а т у р а

1. Лаптева Н.А. Численность олигокарбофильных бактерий в пресных озерах. – В кн.: Пресноводные гидробионты и их биология. Л., 1983, с. 17–23.
2. Лаптева Н.А., Кузнецов С.И. Автохтонная микрофлора пресных водоемов. – В кн.: Микробиологические и химические процессы деструкции органического вещества в водоемах. Л., 1979, с. 75–94.
3. Разумов А.С. Микробиальный планктон воды. – Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1962, вып. 12, с. 60–190.
4. Романенко В.И. Новый метод определения численности живых бактерий в водоемах и сравнение его с методом А.С. Разумова. – В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1974, № 22, с. 18–21.
5. Романенко В.И., Лаптева Н.А., Даукшта А.С. Использование меченного ^{14}C гидролизата белка для определения границы развития бактерий в разведениях на натуральной воде. – Гидробиол. журн., 1976, т. 12, вып. 5, с. 81–83.
6. Hirsch P., Rapoport M., Bernhard S., Cohen S. Life Under Conditions of Low Nutrient Concentrations Group Report. – In: Strategies of Microbial Life in Extreme Environments. Berlin, 1979, p. 357–372.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597-152.6 + 597.554.3

А.Н. М и р о н о в с к и й

К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СКОРРЕЛИРОВАННЫХ ПРИЗНАКОВ В ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Одной из проблем, стоящих перед исследователями популяционной структуры видов, является выбор признаков, позволяющих идентифицировать внутривидовые группировки. Решая эту задачу, Ю.Г. Изюмов [1] разработал метод классификации популяций и выборков по признакам, связанным геномными и морфогенетическими корреляциями. Этот метод основан на представлениях И.И. Шмальгаузена [2] о сохранении целостности организма или его части в процессе

индивидуального и исторического развития путем скоррелированного изменения признаков. Применение этого метода позволило получить ряд интересных результатов, в частности, выделить северо-восточную и южную группы популяций леща. К первой относятся популяции рек бассейна Балтийского моря, озер Выртсъярв и Белое, Угличского, Иваньковского, Рыбинского, Горьковского водохранилищ. Ко второй – популяции Саратовского и Волгоградского водохранилищ, дельты Волги и северного Каспия, рек Терек, Кура и Урал, Аральского моря, оз. Балхаш, Цимлянского водохранилища.

В настоящей статье с указанных позиций проанализированы некоторые признаки леща: количество позвонков в туловищном, переходном и хвостовом отделах позвоночника (в дальнейшем, для краткости, эти признаки будут именоваться „позвонковыми“), число отверстий каналов сейсмо-сенсорной системы и выхода черепно-мозговых нервов на покровных костях черепа („черепные“ признаки) [3]. Материалом послужила остеологическая коллекция лаборатории экологии Института биологии внутренних вод АН СССР.

Для нахождения скоррелированных признаков просчитывались коэффициенты парной корреляции между их средневыборочными значениями.

Вначале были просчитаны коэффициенты корреляции между признаками 36 выборок (общим объемом 2495 экз.) леща практически со всего его ареала в СССР (табл. 1).

Большинство признаков скоррелированы (при данном числе пар – 36 – достоверны $r \geq 0.33$). Затем были построены корреляционные матрицы отдельно для северо-восточной группы популяций (табл. 2, 18 выборок, достоверны $r \geq 0.45$) и для южной группы популяций (табл. 3, 18 выборок, достоверны $r \geq 0.45$).

Как и в предыдущем случае, большинство признаков скоррелированы, однако характер корреляций по группам различен. В северо-восточной группе наблюдается тесная связь как между „позвонковыми“ признаками, так и между „черепными“. В южной группе – между средними количества позвонков по отделам, коэффициентов корреляции, достоверно отличных от 0, нет. „Черепные“ признаки в южной группе скоррелированы сильнее: средний коэффициент корреляции для них равен 0.65 в южной группе и 0.53 – в северо-восточной. Кроме того, в южной группе имеют место более высокие коэффициенты корреляции между количеством позвонков в туловищном отделе позвоночника и средними числами отверстий в костях черепа: средний коэффициент корреляции равен 0.55 для южной группы и 0.31 – для северо-восточной. Следует отметить более высокую скоррелированность всех рассматриваемых признаков по отдельным группам по сравнению со скоррелированностью признаков „леща в ареале“: средний коэффициент корреляции между всеми рассматриваемыми признаками равен 0.44 для северо-восточной группы, 0.40 – для южной и 0.37 – для „леща в ареале“. По-видимому, это объясняется более согласованным изменением признаков у популяций, имеющих близкие генофонды. Для проверки этого

Т а б л и ц а 1

Значение коэффициентов корреляции между средневыворочными значениями счетных признаков. „Леш в ареале“

	Va 1	Vi 2	Vc 3	dent 4	fr 5	Pso 6	Pco 7
Vi 2	0.04						
Vc 3	0.16	-0.62					
dent 4	0.51	0.21	-0.17				
fr 5	0.50	-0.17	-0.03	0.75			
Pso 6	0.01	0.45	0.50	0.49	0.60		
Pco 7	-0.06	0.43	0.43	0.34	0.45	0.62	
Op 8	0.19	-0.25	0.72	0.31	0.43	0.26	0.72

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2-4: Va , Vi , Vc - соответственно количество позвонков в туловищном, переходном и хвостовом отделах, $dent$ - число отверстий мандибулярного канала на зубных костях, fr - число отверстий надглазничного канала на лобных костях, Pso - число отверстий надглазничного канала на теменных костях, Pco - число отверстий канала затылочной комиссуры на теменных костях, Op - число отверстий выхода канала наружной ветви оперкулярного нерва.

предположения были просчитаны коэффициенты корреляций между признаками 6 выборок леща из дельты Волги, где, по предварительным данным, обитает либо одна большая, либо несколько генетически близких популяций (табл. 4).

Связь между признаками очень сильная, некоторые коэффициенты корреляции достигают 0.99. При этом сохраняется картина, характерная для южных популяций: отсутствие достоверных коэффициентов корреляций между „позвонковыми“ признаками и сильная связь между количеством позвонков в туловищном отделе позвоночника и числом отверстий в костях черепа.

Таким образом, используемые „фенетическим методом исследования популяций карповых рыб“ хорошо коррелируют между собою. Для идентификации больших групп популяций, а также популяций из

Т а б л и ц а 2

Значение коэффициентов корреляции между средневыворочными значениями счетных признаков. Северо-восточная группа популяций

	Va 1	Vi 2	Vc 3	dent 4	fr 5	Pso 6	Pco 7
Vi 2	-0.86						
Vc 3	0.52	-0.38					
dent 4	0.39	-0.33	0.58				
fr 5	0.34	0.55	-0.03	0.45			
Pso 6	0.61	0.65	0.40	0.63	0.80		
Pco 7	0.09	0.20	0.45	0.71	0.40	0.48	
Op 8	0.13	0.16	0.31	0.53	0.27	0.23	0.76

Т а б л и ц а 3

Значение коэффициентов корреляции между средневыворочными значениями счетных признаков. Южная группа популяций

	Va 1	Vi 2	Vc 3	dent 4	fr 5	Pso 6	Pco 7
Vi 2	0.18						
Vc 3	-0.09	-0.40					
dent 4	0.44	0.01	-0.01				
fr 5	0.60	0.15	-0.09	0.91			
Pso 6	0.74	0.17	0.42	0.69	0.61		
Pco 7	0.33	0.08	-0.03	0.83	0.75	0.65	
Op 8	0.65	-0.02	-0.31	0.63	0.69	0.14	0.61

Т а б л и ц а 4

Значение коэффициентов корреляции между средневыворочными значениями счетных признаков. Дельта Волги

	Va 1	Vi 2	Vc 3	dent 4	fr 5	Pso 6	Pco 7
Vi 2	0.63						
Vc 3	0.062	-0.52					
dent 4	0.95	-0.59	0.27				
fr 5	0.96	-0.69	0.14	0.99			
Pso 6	0.96	-0.61	0.20	0.98	0.98		
Pco 7	0.78	-0.68	-0.22	0.66	0.68	0.70	
Op 8	0.87	-0.46	-0.37	0.88	0.86	0.86	0.76

северных частей ареала следует использовать все признаки: как „позвонковые“ так и „черепные“. Для идентификации южных популяций более эффективно, по-видимому, использовать „черепные“ признаки.

Л и т е р а т у р а

1. Изюмов Ю.Г. Популяционная структура леща волжских водохранилищ. – В кн.: Биологические ресурсы волжских водохранилищ. М., 1983, с. 83-99.
2. Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. М.; Л., 1939. 211 с.
3. Яковлев В.Н., Изюмов Ю.Г., Касьянов А.Н. Фенетический метод исследования популяций карповых рыб. – Биол. науки, 1981, № 2, с. 98-101.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Памяти Михаила Алексеевича Фортунатова	3
ИНФОРМАЦИИ	
II Симпозиум по популяционной биологии гельминтов водных животных (Б.И. К у л е р м а н)	5
СООБЩЕНИЯ	
К о р н е в а Л.Г., Д р у ж и н и н а Г.В. О летнем фитопланк- тоне Рыбинского водохранилища в 1981 г.	7
Г е н к а л С.И., К о р н е в а Л.Г. О новом для флоры СССР представителе рода <i>Stephanodiscus</i> Ehr. (Bacillariophyta)	10
Д о в б н я И.В. О зарастании озер Калининской области	12
Л а п и р о в А.Г. Морфология и развитие верхушечной почки клуб- ня рдеста гребенчатого (<i>Potamogeton pectinatus</i> L.)	15
З о л о т а р е в В.А. Микрозооперифитон некоторых водоемов Ка- релии. I. Видовой состав	19
С к а л ь с к а я И.А. Развитие зооперифитона в р. Суножке при регулярных кратковременных воздействиях хлорофоса	22
В е л и ч к о Е.С. Мейобентос Ивановского водохранилища в рай- оне грунтовых разработок	25
М ы л ь н и к о в А.П. Бесцветный жгутиконосец <i>Cercobodo</i> <i>plasmodialis</i> sp.n.	29
М а р к е в и ч Г.И. Ультратонкая морфология мастаксов коловраток 1. <i>Bdelloidea</i>	31
К а р а т а е в А.Ю. Динамика численности и биомассы <i>Chirono-</i> <i>mus plumosus</i> L. в водоеме-охладителе ТЭС	35
Х а л ь к о В.В., Б а з а р о в М.И., Д е р г а ч е в а Н.Г. О жизнестойкости молоди окуня различных экологических групп - ровок. 2. Встречаемость ослабленных особей среди сеголетков оку- ня литоральных и пелагических нагульных скоплений	37
Б у г р о в Л.Ю. Особенности термопреферендума молоди кижуча при естественной температурной стратификации в водоеме	43
К у з ь м и н а В.В., П о д д у б н а я Э.А. Распределение ак- тивности некоторых ферментов вдоль кишечника карпа	47
Н е в а л ь н ы й А.Н. Влияние флоридзина, строфантина К и фто- ристого натрия на интенсивность всасывания некоторых углеводов в кишечнике леща (<i>Abramis brama</i> (L.))	50
Б и к б у л а т о в а Е.М. К изучению сезонной динамики органи- ческого вещества в воде водоемов Волго-Балтийского пути и Севе- ро-Двинской системы	53
Б ы л и н к и н а А.А. О скорости оборота фосфатов в весенних во- дах Горьковского водохранилища	56
Л а п т е в а Н.А., Р о с т у н о в А.А. К методике определе- ния численности факультативно-олигокарбофильных бактерий в во- доемах	60
М и р о н о в с к и й А.Н. К использованию скоррелированных признаков в популяционных исследованиях	64

C o n t e n s

Page

Michail Alekseevich Fortunatov	3
--------------------------------------	---

INFORMATION

The II Symposium on population biology of helminthes in water animals (B.I. K u p e r m a n)	5
--	---

ARTICLES

K o r n e v a L.G., D r u z h i n i n a G.V. On summer phytoplankton in the Rybinsk reservoir in 1981	7
G e n k a l S.I., K o r n e v a L.G. On a representative of the genus Stephanodiscus Ehr. (Bacillariophyta) new for the USSR flora	10
D o v b n j a I.V. On the overgrowing of lakes in the Kalinin region	12
L a p i r o v A.G. Morphology and development of the top but of fennel-leaved pondweed (Potamogeton pectinatus L.) tuber	15
S o l o t a r e v V.A. Microzooperiphyton in some reservoirs of Karelia. I. Species composition	19
S k a l s k a j a I.A. Development of zooperiphyton in the river Sunozhka by regular influence of chlorofos	22
V e l i t c h k o E.S. Meiobenthos of the Ivankovo reservoir in the region of ground exploitation	25
M y l n i k o v A.P. Colourless flagellate Cercobodo plasmodialis sp.n.	29
M a r k e v i t c h G.I. Ultrathin morphology of mas-taxes of rotifers. 1. Bdelloidea	31
K a r a t a e v A.Ju. Dynamics of abundance and biomass of Chironomus plumosus L. in water-cooler of thermal electric power station	35
K h a l k o V.V., B a s a r o v M.I., D e r g a t c h e v a N.G. On vital activity of perch juveniles of various ecological groups. 2. Frequency of weakened individuals among fingerlings of perches of littoral and pelagic feeding stocks	37
B u r g o v L.Ju. Peculiarities of thermopreferendum of coho salmon juveniles by natural temperature stratification in reservoir	43
K u z m i n a V.V., P o d d u b n a y a E.A. Activity distribution of some ferments along intestine of carp	47

N e v a l e n n y i A.N. Influence of floridsine, ouabain K and fluorol on intensity of suction of some carbohydrates in suction of bream (<i>Abramis brama</i> (L.))	50
B i k b u l a t o v a E.M. To study of seasonal dy- namics of organic matter in water of reservoirs of Vol- ga-Balt way and North-Dvina system	53
B y l i n k i n a A.A. On overturn speed of phospha- tes in spring waters of the Gorky reservoir	56
L a p t e v a N.A., R o s t u n o v A.A. To the methods of abundance determination of facultative-car- bophylic bacteria in water-bodies	60
M i r o n o v s k y A.N. To use of correlated signs in populations investigations	64

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД:

Информационный бюллетень
№ 68

Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. С м е т а н к и н а
Технический редактор Е.В. П о л и е к т о в а
Корректор Э.Н. Л и п п а

ИБ № 21216

Подписано к печати 01.10.85, М-28056. Формат 60х90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4.50. Усл. кр.-от. 4.75.
Уч.-изд. л. 4.66. Тираж 1000. Тип. зак. № 883. Цена 70 к.

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

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