

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**79**

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

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ  
**№ 79**



ЛЕНИНГРАД  
„НАУКА“  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
1988

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

Biology of Inland Waters  
Information Bulletin  
N 79

УДК 577 (28)

Бюллетень содержит информацию о совещании-семинаре по модельным видам водных беспозвоночных, сообщения по фауне и микрофлоре внутренних водоемов, систематике, ультратонкой структуре и продукции гидробионтов, биохимии рыб и паразитов, бентосу и гидрологии.

Рассчитан на специалистов, работающих в области зоологии, гидробиологии и ихтиологии внутренних водоемов.

О т в е т с т в е н н ы й    р е д а к т о р    А.И. Шилова

Р е ц е н з е н т ы: Н.А. Изюмова, Н.Ю. Соколова

36554-н

Б 2001050100-656  
042(02)-88 232-88 - III

© Издательство „Наука“, 1988 г.

## II ВСЕСОЮЗНЫЙ СЕМИНАР ПО МОДЕЛЬНЫМ ВИДАМ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРОЕКТА 8<sup>6</sup> „ВИД И ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ В АРЕАЛЕ“ ПРОГРАММЫ ЮНЕСКО „ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА“

II Всесоюзный семинар по модельным видам водных беспозвоночных проекта 8<sup>6</sup> „Вид и его продуктивность в ареале“ программы ЮНЕСКО „Человек и биосфера“ состоялся 31 марта–2 апреля 1987 г. в пос. Борок Ярославской области на базе Института биологии внутренних вод АН СССР. Семинар был организован Институтом зоологии АН БССР, Белорусским комитетом по программе ЮНЕСКО „Человек и биосфера“ и рабочей группой по проекту 8<sup>6</sup> „Вид и его продуктивность в ареале“.

В работе семинара приняли участие 49 специалистов более чем из 20 учреждений и научных организаций СССР, в том числе из Академии наук СССР (Зоологический институт, Институт биологии внутренних вод, Институт экологии Волжского бассейна, Институт биологии моря ДВНЦ) и Академий наук Союзных республик (Институт гидробиологии АН УССР, Институт зоологии и физиологии АН МССР, Институт зоологии АН БССР, Институт зоологии и паразитологии АН ЛитССР, Институт зоологии и ботаники ЭССР, Севанская гидробиологическая станция АН АрмССР), из 7 университетов (Московский, Ярославский, Иркутский, Новосибирский, Белорусский, Гомельский, Ростовский), из ГосНИОРХа, из Петропавловского педагогического института, из Читинского института природных ресурсов.

На 5 рабочих заседаниях были представлены и обсуждены 19 пленарных и 21 секционный доклад по различным аспектам биологии, экологии, продукции и систематики мидии (*Mytilus edulis*), дрейссены (*Dreissena polymorpha*), унии (*Unio tumidus*), тубифициды (*Potamothrix hammoniensis*), мизиды (*Paramecium lacustris*), гаммариды (*Gammarus lacustris*) и мотыля (*Chironomus plumosus*).

Модельные виды водных беспозвоночных имеют важное научное и практическое значение как индикаторы состояния водной среды, факторы формирования качества природных вод, объекты массового культивирования в кормовых и производственных целях, возможные объекты акклиматизации, лабораторные объекты для специальных генетических, биохимических и физиологических исследований.

Было отмечено, что в последнее время достигнуты заметные успехи при изучении модельных видов беспозвоночных животных, особенно по таксономии мотыля, в различных частях ареала в пределах СССР, чему способствовало использование специальных ме-

тодов цитогенетики и молекулярной биологии. Новые материалы получены по распределению, динамике численности и биомассы популяций модельных видов, оценке их функциональной роли в сообществах, по структуре популяций и поселений. Значительный интерес представляют эколого-физиологические исследования, оценка продукционных характеристик видов в пределах ареала и выявление их роли в процессах самоочищения водоемов-охладителей ТЭС замкнутого цикла.

В принятом на заседании семинара решении были указаны достижения и намечена перспектива дальнейшего изучения избранных видов. Было рекомендовано особое внимание обратить на исследование изменений эколого-биологических характеристик популяций и видов под воздействием антропогенных факторов, а также на изучение их биологии для практического использования (при биотехнологии, аквакультуре, акклиматизации).

Обсуждалось состояние монографий, посвященных дрейссене и мизиде.

Участники семинара выразили благодарность Институту зоологии АН БССР за большую организаторскую работу при подготовке семинара и Институту биологии внутренних вод АН СССР за предоставленную возможность использовать его базу и содействие в проведении семинара.

Участники семинара обратились с просьбой к руководству Зоологического института АН СССР о проведении III Всесоюзного семинара по модельным видам в 1990 г. на базе Беломорской биологической станции АН СССР.

А.И. Ш и л о в а

УДК 576.809.56

В.И. Романенко, М. Перс Ейрис,  
М.А. Публиенес

## СТРАТИФИКАЦИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО НАСЕЛЕНИЯ В ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛЕНКЕ ВОДЫ

В любом сосуде с водой и в водоемах плотность бактериального населения на поверхности воды достигает таких величин, что многие исследователи называют его пленкой. Численность микроорганизмов здесь на 2-3 порядка больше, чем в нижележащих слоях.

Впервые толщина бактериального слоя в сосуде с водой была точно определена по ширине обрастания предметных стекол, экспонируемых на границе воздух-вода [1]. Было показано, что размеры ее зависят от содержания в воде органического вещества: чем больше его, тем толще пленка.

В водохранилище Сьерра-дель-Розарио на Кубе после тропического ливня поступает громадное количество органических веществ, смываемых с суши в виде частиц почвы, травы, листьев наземной растительности, стеблей кустарников и деревьев. При температуре воды 25-30 °C вся эта масса быстро подвергается бактериальному разрушению и на поверхности воды образуется толстая бактериальная пленка.

Из водохранилища были отобраны пробы этой воды. В ней в течение 3 сут экспонировались предметные стекла, прикрепленные к планкам, переброшенным через бортики аквариума. На стеклах на границе раздела воздух-вода образовалась толстая полоса бактериального обрастания. Так как она не вмещалась под объективом микроскопа, то была заснята послойно в 3 приема и фотография слоя была смонтирована из отдельных кусков (см. рисунок). С использованием объект-микрометра, заснятого при таком же увеличении микроскопа, было установлено, что общая толщина бактериальной пленки равна 1500 мкм. От поверхности до глубины 700 мкм бактериальные клетки представлены мелкими бактериальными палочками. В этом слое видны отдельные нитевидные формы. Еще ниже (700-1150 мкм) находится слой, состоящий из палочковидных бактериальных клеток, значительного количества нитевидных форм и весьма своеобразных гроздевидных вкраплений. Эти вкрапления напоминают собой плодовые тела миксобактерий. Это подтверждается и тем, что после ливня в воде находилось громадное количество древесных остатков. Возможно также, что в этом слое выпадают окислы металлов (железа, марганца и др.). Самый нижний слой, от 1150 до 1500 мкм, представлен нитевидными формами (низшие грибы, миксобактерии и пр.).



Бактериальное обрастание  
предметного стекла.

Заснято под микроскопом  
„Zetopan“ под интерфе-  
рирующим контрастом ок. —  
х 10, об. — х 6.3.

Таким образом, при большом содержании в воде всевозможных органических соединений и древесных остатков на поверхности спокойной воды образуется толстая многослойная бактериальная пленка, в которой наблюдается стратификация бактериальных сообществ.

## Л и т е р а т у р а

1. Романенко В.И., Публиенес М.А., Даукшта А.С. Развитие бактерий и их активность в поверхностной пленке воды в экспериментальных условиях // Микробиология. 1978. Т. 47, вып. 1.

Институт биологии внутренних вод АН СССР  
Институт зоологии АН Кубы

---

УДК 579.68(285.2) (47) + 556.555.6 : 579.6

А.Н. Б у т о р и н

### ЧИСЛЕННОСТЬ И АКТИВНОСТЬ БАКТЕРИЙ В ПРИДОННОЙ ВОДЕ И ИЛАХ РЯДА ОЗЕР ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Работами Новитского [6] и Олаха [7] установлено, что в морских и пресных водоемах наибольшее количество бактерий и наивысшая их активность наблюдаются на границе раздела вода-ил.

В июле-августе 1985 г. на ряде озер Ярославской обл. нами было проведено исследование изменений микробиологических параметров на вертикальном разрезе: придонная вода-пограничный с ней тонкий иллок-собственно ил. Лимнологическая и микробиологическая характеристики водной толщи и илов этих водоемов даны ранее [3, 5].

Пробы отбирали трубчатым стратометром. Придонную воду набирали стерильно из стратометрических трубок. Общую численность, темновую ассимиляцию углекислоты и скорость потребления глюкозы микрофлорой поверхностной пленки илов определяли согласно описанным методикам [1, 4]. Бактерии различных физиологических групп учитывали на соответствующих питательных средах [2].

Из исследованных озер три относятся к водоемам мезотрофного типа, одно - к эвтрофным. Наибольшая прозрачность воды отмечалась в глубоком мезотрофном оз. Плещеево, наименьшая - в мелководном эвтрофном оз. Неро. Температурная и кислородная стратификации водной толщи наблюдались только в озерах Плещеево и Чашнищом, причем в последнем кислород в придонной воде отсутствовал (табл. 1). Илы исследованных водоемов характеризовались



Т а б л и ц а 1

Характеристика водной толщи и илов

Озеро	Станция	Вода						Ил		
		глубина, м	прозрачность, м по диску Секки	температура, °С		O <sub>2</sub> , мг/л		горизонт, см	влаж- ность, %	потери массы при прокали- ваний, %
				поверх- ность	дно	поверх- ность	дно			
Рюмников- ское	1	3.9	1.5	21.0	20.8	8.1	8.0	0-0.3 1-2	91.4 80.2	29.7 15.9
	1	8.0	1.1	20.2	14.2	7.3	0	0-0.3 1-2	94.9 86.5	32.5 35.3
Чашницкое	2	2.0	-	21.0	20.5	-	7.9	0-0.3 1-2	96.5 94.4	50.3 64.3
	1	23.0	3.8	15.9	8.6	8.2	0.3	0-0.3 1-2	95.6 92.6	36.7 36.2
Плещеево	2	5.0	3.5	16.5	14.9	10.8	10.3	0-0.3 1-2	83.3 63.9	16.2 14.4
	1	2.0	0.3	23.3	22.6	10.0	9.3	0-0.3 1-2	96.6 95.5	41.9 41.9
Неро	2	1.2	-	24.6	24.2	-	-	0-0.3 1-2	96.6 91.9	38.6 34.3

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2, 3: ст. 1 — профундаль, ст. 2 — литораль.

высокой влажностью. Потери массы илов при прокаливании варьировали от 16% (песчанистый ил сублиторали оз. Плещеево) до 50% (торфянистый ил литорали оз. Чашницкого). Физико-химические параметры илов в пределах поверхностного двухсантиметрового слоя менялись незначительно (табл. 1).

Общая численность бактерий в придонной воде озер колебалась от сотен тысяч до миллионов клеток в миллилитре, а темновая ассимиляция углекислоты – от десятых долей до десятков микрограммов углерода в литре воды за сутки (табл. 2). В пограничном с водой слое илов количество бактерий возрастает на 2–3 порядка, а темновая ассимиляция – на 1–3 порядка. В слое 1–2 см численность и активность бактерий зачастую превышали таковые на поверхности ила. Илы литорали озер содержали меньше бактерий, чем илы профундали, но темновая ассимиляция углекислоты в первых была выше. Наибольшие значения численности и активности бактерий отмечены в придонной воде и илах эвтрофного оз. Неро. Скорость потребления глюкозы микрофлорой поверхностной пленки ила была минимальной в мезотрофном оз. Рюмниковском, максимальной – в мезотрофном оз. Плещеево; в профундальных илах она была выше, чем в литоральных (табл. 2).

В придонной воде озер преобладали аэробные бактерии, чаще всего сапрофитные, а в оз. Рюмниковском аммонийоокисляющие. Максимальная численность аэробных бактерий отмечалась в профундали оз. Плещеево. Нитритоокисляющие бактерии в придонной воде озер практически отсутствовали, численность анаэробных в целом была невелика. В большинстве водоемов доминирующими были маслянокислые бактерии (табл. 3).

По сравнению с придонной водой в поверхностной пленке ила происходит резкое увеличение количества бактерий всех физиологических групп. В ней доминируют сапрофитные и аммонийоокисляющие. Среди анаэробных преобладают маслянокислые (табл. 3).

На глубине 1–2 см доминируют те же группы бактерий, что и на поверхности ила. Численность бактерий большинства физиологических групп в этом слое по сравнению с поверхностной пленкой меняется незначительно. Обыкновенно уменьшается количество нитритоокисляющих, аэробных азотфиксирующих, а также всех анаэробных бактерий (табл. 3). Оз. Плещеево выделяется среди прочих исследованных водоемов более высоким содержанием в илах бактерий практически всех физиологических групп. При этом максимальная численность их отмечалась в песчанистом иле сублиторали (табл. 3), что, возможно, объясняется влиянием стоков г. Переславль-Залесского, поступающих в водоем по р. Трубезь, в месте отбора проб.

Таким образом, в исследованных озерах при переходе от воды к илу резко возрастают численность и активность микроорганизмов. Различия между пограничным с водой и нижележащими слоями ила по этим параметрам выражены менее четко. Численность и активность микроорганизмов в придонной воде и илах увеличиваются с возрастанием трофии водоемов. Четкой связи микробиологических

Т а б л и ц а 2

Общая численность и активность бактерий

Озеро	Станция	Горизонт от поверхности ила, см	Общая численность бактерий		Темновая ассимиляция $\text{CO}_2$ , мкг С/(л·сут)	Скорость ассимиляции глюкозы, мкг С/(г·ч)
			млн. кл./г ила	млн. кл./мл воды		
Рюмниковское	1	Вода, 1-3		1.0	0.5	-
		Ил: 0-0.3	610.0		98.0	0.14
Чашническое	1	1-2	300.0		86.0	-
		Вода, 1-3		0.5	4.4	-
	2	Ил: 0-0.3	260.0		274.0	0.64
		1-2	310.0		732.0	-
Плещеево	2	Вода, 1-3		-	2.8	-
		Ил: 0-0.3	80.0		284.0	-
	1	1-2	150.0		658.0	-
		Вода, 1-3		0.5	2.9	-
	2	Ил: 0-0.3	840.0		4580.0	2.87
		1-2	410.0		3250.0	-
Неро	2	Вода, 1-3		0.2	1.0	-
		Ил: 0-0.3	310.0		10470.0	2.04
	1	1-2	380.0		14180.0	-
		Вода, 1-3		2.7	17.7	-
	2	Ил: 0-0.3	870.0		38198.0	2.20
		1-2	950.0		20099.0	-
	2	Вода, 1-3		-	-	-
		Ил: 0-0.3	1300.0		43278.0	1.53
		1-2	1590.0		80230.0	-

Т а б л и ц а 3

Численность бактерий ряда физиологических групп

Озеро	Стан- ция	Горизонт от поверхности ила, см	Сапро- фитные	Аммоний- окисляю- щие	Нитрит- окисляю- щие	Azoto- bacter	Clostridi- um pas- teurianum	Денит- рифици- рующие	Сульфат- редуци- рующие
			тыс. кл./см <sup>3</sup>	тыс. кл./см <sup>3</sup>	кл./см <sup>3</sup>	кл./см <sup>3</sup>	кл./см <sup>3</sup>	кл./см <sup>3</sup>	кл./см <sup>3</sup>
Рюмников- ское	1	Вода, 1-3 Ил: 0-0.3 1-2	0.8	12.5	0.0	48	125	8.0	0
			117.0	237.5	63.0	2400	14300	180.0	30
			183.0	237.5	500.0	6300	14300	100.0	500
Чашникове	1	Вода, 1-3 Ил: 0-0.3 1-2	7.0	4.8	0.0	1300	1300	0.7	92
			137.0	112.5	1100.0	6300	67500	2000.0	10000
			142.0	11.3	238.0	2400	37500	1100.0	5000
Плещеево	1	Вода, 1-3 Ил: 0-0.3 1-2	78.0	7.0	0.6	7500	2300	5000.0	5
			392.0	112.5	625.0	62500	275000	95000.0	8500
			367.0	112.5	6300.0	63	73500	8000.0	4500
Неро	1	Вода, 1-3 Ил: 0-0.3 1-2	1.4	0.1	0.6	125	48	12.0	3
			1025.0	2375.0	62500.0	62500	375000	30000.0	50000
			2017.0	6250.0	6300.0	62500	67500	44000.0	54000
Неро	1	Вода, 1-3 Ил: 0-0.3 1-2	17.0	14.8	0.0	4800	3000	1.3	67
			625.0	375.0	143.0	6800	37500	235.0	2700
			150.0	142.0	68.0	300	14300	16000.0	5000

параметров с общим содержанием в илах органического вещества проследить не удалось. В придонной воде и илах исследованных озер доминируют одни и те же группы аэробных бактерий: сапрофитные и аммонийоокисляющие. Среди анаэробных преобладают маслянокислые бактерии.

### Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н А.Н. Численность и активность бактерий в поверхностной пленке илов озер Латвии // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1986. № 72.
2. Б у т о р и н А.Н. Характеристика микрофлоры поверхностной пленки илов оз. Севан // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1987. № 74.
3. Л а п т е в а Н.А., М о н а к о в а С.В. Микробиологическая характеристика озер Ярославской области // Микробиология. 1976. Т. 45, вып. 4.
4. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: Лабораторное руководство. Л., 1974.
5. Ф о р т у н а т о в М.А., М о с к о в с к и й Б.Д. Озера Ярославской области и перспективы их хозяйственного использования. Ярославль, 1970.
6. N o v i t s k y J.A. Heterotrophic activity throughout a vertical profile of seawater and sediments in Halifax Harbor, Canada // Appl. Environ. Microbiol. 1983. Vol. 45, N 6.
7. O j a h J. Bacterial gradient at the sediment-water interface of shallow lakes // Ann. Biol. Tihany. 1973. Vol. 40.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 579.832.4 : 582.2/3 + 579.26

Д.Б. К о с о л а п о в, Н.А. Л а п т е в а

### К ВОПРОСУ О ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ БАКТЕРИЙ РОДА САУЛОВАСТЕР С ФИТОПЛАНКТОНОМ

Вопросу взаимоотношений бактерий и водорослей посвящено значительное число работ, которые проводили в лаборатории на смешанных популяциях этих организмов или непосредственно в водоемах. Слабо изученными остаются взаимоотношения отдельных групп бак-

терий и водорослей, так как бактериологически чистые культуры последних трудно получать и поддерживать.

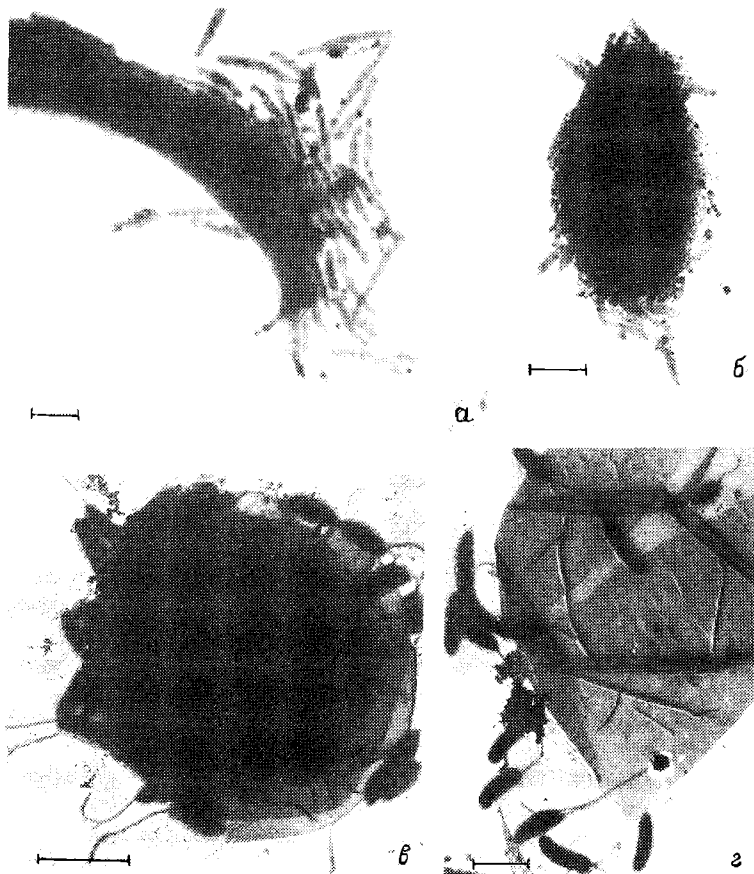
Цель работы – изучить возможность развития *Caulobacter* в присутствии чистых культур водорослей и органического вещества, выделяемого в процессе их развития и отмирания. В природе каулобактер прикрепляется преимущественно к стареющим и отмирающим клеткам фитопланктона [1, 2, 4]. Их максимальная численность в различных водоемах соответствует периодам массового развития и отмирания фитопланктона [3].

В опытах использовались *Caulobacter crescentus*, *C. henricii aurantiacus*, *C. bacteroides*, *C. bacteroides creteus*, *C. vibrioides limonus*, *C. rossi*, *C. glutinosus*, выделенные из различных водоемов, и аксеничные культуры водорослей, полученные из коллекции Ленинградского биологического института. Последние обычны в пресных водоемах и относятся к родам *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Phormidium*, *Synechocystis*.

Простерилизованную природную воду засеивали культурами однонедельных водорослей и двухсуточных бактерий, затем их совместно культивировали в течение 2–7 сут. Степень обрастания клеток водорослей каулобактером изучали на электронно-микроскопических сеточках, на которые наносили пробы смешанных культур.

Бактерии прикреплялись к молодым (см. рисунок, а, б, д, к) и стареющим (см. рисунок, в, е, и) клеткам фитопланктона. На поверхности водорослей находились целые бактериальные колонии (см. рисунок, б, е) и одиночные клетки (см. рисунок, д, з). Кроме того, бактерии встречались на остатках разложившихся водорослей (см. рисунок, г). Интенсивнее обрастали клетками *Caulobacter Chlorella* sp. (см. рисунок, и, к), *Phormidium* sp. и *Scenedesmus acuminatus* (см. рисунок, е, б), слабее (по краю клеток) – *Ankistrodesmus falcatus* и молодые клетки *Scenedesmus acuminatus* (см. рисунок, а, л).

Контакт бактерий с поверхностью водорослей осуществлялся как стебельком (см. рисунок, ж), так и боковой стороной или полюсом клетки (см. рисунок, з, и, в). В последнем случае стебельком каулобактеры прикреплялись к частицам детрита или формировали розетки клеток (см. рисунок, з, и). Такое плотное бактериальное обрастание позволило предположить возможность использования каулобактером органического вещества (ОВ) водорослей. Чтобы убедиться в этом, были поставлены опыты по усвоению бактериями ОВ, прижизненно выделяемого культурами водорослей в окружающую среду. Водоросли культивировали при естественном освещении на природной воде с добавлением небольших количеств биогенов и микроэлементов. Для получения фильтратов, содержащих ОВ, выделяемое развивающимися водорослями, последних пропускали через мембранные фильтры „Владипор” с диаметром пор 0.45–0.55 мкм. Для опыта фильтрат разводили природной водой до концентрации ОВ 15–20 мг О/л (определяли по перманганатной окисляемости) и стерилизовали при 0.5 атм в течение 30 мин. Далее фильтраты засеивали молодыми культурами *Caulobacter* и одновременно вносили карбонат натрия, меченный



Обрастание бактериями рода *Caulobacter* клеток фитопланктона при совместном их культивировании.

а - *Ankistrodesmus falcatus* и *Caulobacter aurantiacus*; б, в - *Synechocystis aquatilis* и *Caulobacter vibrioides limonus*; д, е - *Phormidium* sp. и *Caulobacter vibrioides limonus*; ж, з - *Phormidium* sp. и *Caulobacter crescentus*; и - *Chlorella* sp. и *Caulobacter glutinosus*; к - *Chlorella* sp. и *Caulobacter bacteroides creteus*; л - *Scenedesmus acuminatus* и *Caulobacter crescentus*.

14. С. Пробы инкубировали в термостате при 27 °С в течение 2 сут, затем фильтровали через фильтры „Владипор“ с диаметром пор 0.35 мкм, на которых под торцовым счетчиком подсчитывали радиоактивность бактериальных клеток. Было проведено два опыта в трехкратной повторности.

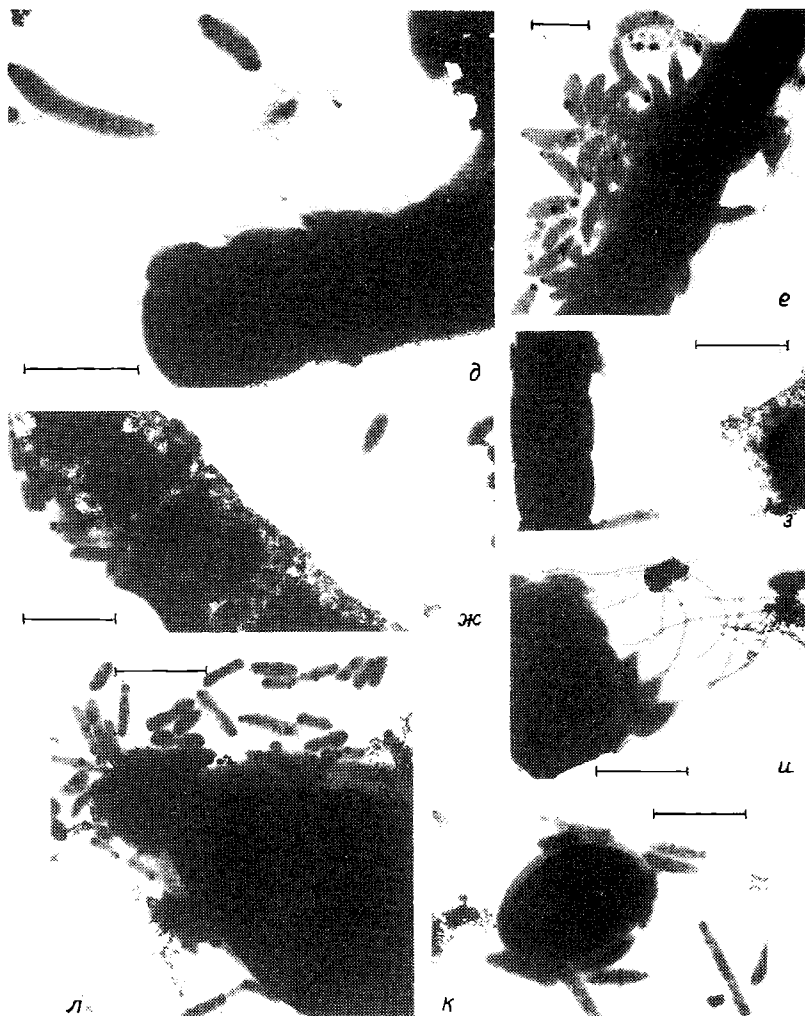


Рисунок (продолжение).

Рост бактерий заметно усиливался на разбавленных фильтратах (см. таблицу). В состав последних входят углеводы, органические кислоты, аминокислоты, витамины, которые хорошо потребляются *Caulobacter* при развитии на лабораторных средах.

Наблюдалась определенная избирательность отдельных штаммов *Caulobacter* по отношению к различным видам водорослей. Например, некоторые из них слабо развивались на фильтратах протокковых водорослей *Ankistrodesmus falcatus*, *Chlorella* sp., *Scenedesmus acuminatus*. Возможно, это явилось следствием выделения последними антибиотических веществ. Выявлены и такие виды, которые интенсивно размножались на фильтратах всех водорослей.



# Развитие бактерий рода *Caulobacter*

на органических веществах, выделяемых водорослями, имп/мин

Штамм	Конт- роль	Ankistro- desmus falcatus	Chlorel- la sp.	Scene- desmus acumi- natus	Phormidi- um sp.
<i>Caulobac- ter cres- centus</i>	12±1.0	$\frac{391 \pm 118.8}{69 \pm 12.8}$	$\frac{180 \pm 34.5}{126 \pm 30.5}$	$\frac{204 \pm 29.9}{134 \pm 11.0}$	$\frac{416 \pm 118.2}{679 \pm 59.5}$
<i>C. henri- cii auran- tiacus</i>	11±1.0	$\frac{123 \pm 8.7}{42 \pm 15.0}$	$\frac{149 \pm 38.3}{163 \pm 1.7}$	$\frac{136 \pm 19.1}{143 \pm 52.8}$	$\frac{65 \pm 11.7}{302 \pm 15.7}$

П р и м е ч а н и е. Над чертой – фильтрат, под чертой – экстракт.

Клетки *Caulobacter* культивировали и на средах с добавлением экстрактов разрушенных клеток водорослей. Биомассу водорослей, остающуюся на фильтрах, снимали и замораживали, потом гомогенизировали, заливали природной водой на одни сутки при +5 °С. Затем фильтровали и разбавляли природной водой до концентрации ОВ 15–20 мг О/л. Опыты проводили по аналогичной с фильтратами схеме. Контролем постоянно служила природная вода с содержанием ОВ 8–10 мг О/л.

Как видно из таблицы, культуры *Caulobacter* интенсивно развивались на экстрактах *Phormidium* sp., где радиоактивность бактериальных клеток по сравнению с протококковыми водорослями была в несколько раз выше. При этом на экстрактах последних развивались не все штаммы *Caulobacter*.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о важной роли гетеротрофных микроорганизмов *Caulobacter* в трансформации автохтонного органического вещества, образуемого в водоемах фитопланктоном.

## Л и т е р а т у р а

1. Б е л я е в С.С. Распространение группы *Caulobacter* в водохранилищах Волго-Дона // Микробиология. 1967. Т. 36, вып. 1.
2. К у д р я в ц е в В.М. Разложение фитопланктона в лабораторных опытах в течение длительного периода // Биология, внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1973. № 20.
3. Л а п т е в а Н.А. Видовой состав гетеротрофных бактерий в воде Рыбинского водохранилища // Микробиология. 1977. Т. 46, вып. 3.

4. Schmidt T.M. The Genera Caulobacter and Asticcacaulis // The Procaryotes. Berlin; Heidelberg; New York, 1981.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

УДК 576.809.56 : 551.526

В.И. Романенко, В.А. Гаврилова,  
Л.И. Захарова

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ОПТИМУМ РАЗВИТИЯ  
БАКТЕРИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ  
В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ  
В ПОДЛЕДНЫЙ ПЕРИОД

Естественные сообщества микроорганизмов состоят из множества видов, каждый из которых имеет свой определенный температурный оптимум развития. Под этим имеется в виду температура, при которой наблюдаются наиболее интенсивное размножение клеток, а следовательно, и максимальные физиологические отправления. Как и время генерации бактерий в водоемах, оптимальная температура развития представляет собой интегрированную величину из множества отдельных показателей. Впервые для натуральных микробиоценозов она была определена после создания простейшего политермостата, в десяти ячейках которого можно было задавать серию температур от 13 до 50 °С с перепадом на 3–4 °С [1]. В этой работе в качестве показателя развития бактерий использовалась гетеротрофная ассимиляция  $\text{CO}_2$ , определяемая с помощью  $^{14}\text{C}$ . Положительная сторона этой индикации состоит в наличии пропорциональности между ассимиляцией  $\text{CO}_2$  и приростом биомассы, недостаток – в очень низкой чувствительности, поэтому опыты длились 24 ч. С этой же целью в тропических водоемах нами [2] был использован меченный  $^{14}\text{C}$  гидролизат белка, что позволило в 5–10 раз повысить чувствительность данного метода. Для выяснения оптимального времени инкубирования проб в этой работе [2] была определена динамика ассимиляции препарата микрофлорой. Не имея графика ассимиляции препарата во времени, легко получить ошибочные результаты.

Мы поставили перед собой задачу определить температурный оптимум развития бактериального планктона в Рыбинском водохранилище зимой с использованием меченных  $^{14}\text{C}$  органических соединений. Пробы воды отбирали из-под льда у затопленного г. Мологи. В лаборатории их разливали по 10 мл в пробирки, которые помещали в ячейки политермостата. После достижения заданной температуры в каждую пробирку пипеткой Пастера вносили по 2 капли сте-

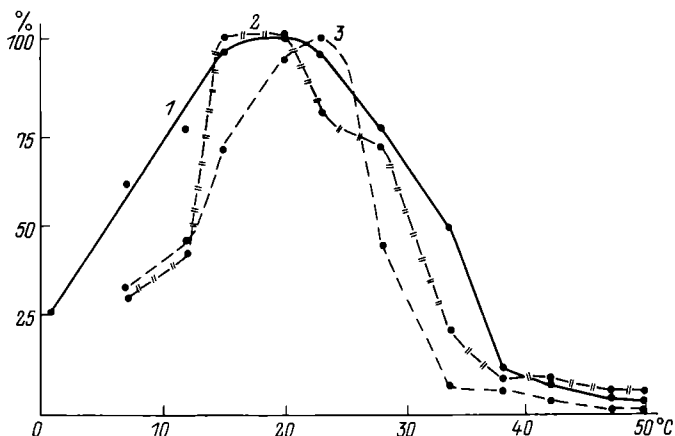


Рис. 1. Потребление органических соединений бактериопланктоном водохранилища зимой в зависимости от температуры.

1 — гидролизат белка; 2 — пируват натрия; 3 — метанол.

рильного раствора меченого органического соединения с активностью под торцовым счетчиком Гейгера  $0.3 \cdot 10^6$  имп/мин и содержанием органического вещества 30 мкг С/мл. Через 5–10 ч содержимое фиксировали формалином и профильтровывали через мембранные фильтры. Фильтры сразу же промывали в воронке физиологическим раствором 5 раз по 5 мл, высушивали и радиоактивность просчитывали под счетчиком.

С января по апрель пробы были отобраны 5 раз через равные промежутки времени и проанализированы в трехкратной повторности с использованием меченных  $^{14}\text{C}$  гидролизата белка и метанола. И только 1 раз был использован пируват натрия.

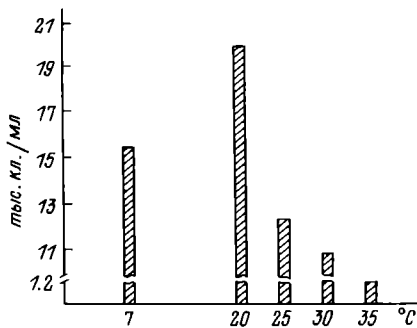
Так как абсолютные данные ассимиляции меченого органического вещества в отдельных пробах воды сильно различались, то для удобства сравнения все они были представлены в процентах по отношению к максимальной величине радиоактивности бактерий в данной серии.

Для каждой температуры была выведена средняя за подледный период. Для удобства сравнения результатов и нанесения в систему координат максимальная величина в полученном ряду цифр вновь была принята за 100%, все остальные были рассчитаны по отношению к ней.

Так как гидролизат белка состоит в основном из аминокислот, то потреблять его может подавляющее число бактерий. В среднем зимой 1985 г. (рис. 1) в водохранилище обитали бактерии, развивающиеся при температуре 20 °C с колебаниями по отдельным анализам от 15 до 23 °C. Эти результаты подтвердили высказанное ранее мнение [1], что зимой в водоемах умеренных и северных широт господствуют психрофильные микроорганизмы.

Рис. 2. Количество сапрофитных бактерий в воде водохранилища в начале апреля.

По оси абсцисс – температура инкубирования пластинок РПА.



Из проб воды, отобранных в апреле, были сделаны посевы на агаризованные пластинки РПА, которые инкубировались при разных температурах. Наибольшее количество бактериальных колоний было получено также при температуре 20 °C (рис. 2). Это еще раз подтверждает высказанное выше предположение. Примерно при этой же температуре (20 °C) был получен максимум активности бактерий при использовании меченого пирувата натрия.

Поскольку метанол используется в основном метанооксиляющими бактериями, то, вероятно, оптимальная температура их развития равна 23 °C (рис. 1). Пробы в последнем случае отбирались нами в придонных слоях воды, где численность метанооксиляющих бактерий больше.

Таким образом, зимой температурный оптимум развития бактерий в среднем близок к 20 °C, что характерно для психрофильных организмов.

### Л и т е р а т у р а

1. Романенко В.И. Температурные оптимумы бактериопланктона в Рыбинском водохранилище в различные сезоны // Микробиология. 1982. Т. 51, вып. 5.
2. Rubillones M.A., Perez-Eiriz M., Romanenko V.I. Influencia de la temperatura sobre la actividad de las comunidades bacterianas de algunos embalses en Cuba // Ciencias biol. (Cuba). 1985. N 14.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

И.В. Вишнякова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ  
НА МАЦЕРИРОВАННЫХ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНАХ  
ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ

При изучении микрофлоры в обрастаниях на вегетативных органах гидрофитов большинство авторов применяют соскобы, в которых затем определяют численность микроорганизмов [1, 3], но этот метод не пригоден для работы с полуразрушенными мацерированными частями растений. Поэтому некоторые исследователи производят смывы с поверхности растений стерильной водой [2, 4].

В данной работе сравниваются по общей численности и количеству сапрофитных бактерий два способа отбора проб: с помощью соскоба и путем миксирования.

Миксирование производили в стерильной безбактериальной воде [5] с использованием микроизмельчителя тканей РТ-2. Прибор перед работой обрабатывали спиртом, а стаканчик для измельчения тканей дополнительно ополаскивали стерильной водой. В опыте использовали вегетирующие и мацерированные части растений, отобранных в октябре 1984 г. в прибрежье Рыбинского водохранилища, прудах и речках в районе пос. Борок.

Общую численность бактерий учитывали на мембранных фильтрах с диаметром пор 0.5 мкм по методу Разумова [6], количество сапрофитов — на рыбопептонном агаре. В стаканчик миксера помещали 10 мл стерильной воды и навеску ткани исследуемого растения. Прибор включали на 1 мин со скоростью 3000 об/мин. После миксирования давали осесть крупным частицам растения и отбирали по 1 мл суспензии для фильтрации на определение общей численности бактерий. Для равномерного распределения бактерий к суспензии добавляли 5 мл безбактериальной воды. Параллельно эту же суспензию отбирали для разведения и посева на рыбопептонный агар (РПА). Для контроля фильтровали 5 мл безбактериальной воды.

При миксировании общая численность бактерий и количество сапрофитов были значительно выше, чем в соскобах с тех же растений (см. таблицу). Если общая численность, определенная в пробах, отобранных обоими способами, была одного порядка, то число сапрофитов в результате миксирования в микроизмельчителе — на порядок выше. Причем наибольшая разница численности бактерий наблюдалась у растений, имеющих сильнопористые или мелкие листья, соскоб с которых произвести трудно. Например, количество сапрофитных бактерий на листьях рогоза, осоки и элодеи при отборе пробы миксированием в 53, 21 и 16 раз больше численности в соскобах, на других же растениях превышение было всего лишь в 2–4 раза. Это связано с тем, что при измельчении растений сильнопористых, мацерированных и с мелкими мягкими листьями происходит более полный смыв бактериальных колоний из толщи и с их поверхности.

Численность бактерий на высших водных растениях,  
определенная разными методами, млн. кл./г сырой массы

Вид	Общая численность бактерий		Численность сапрофитов	
	соскоб	миксирование	соскоб	миксирование
<i>Typha latifolia</i> L.	6040	7371	1.9	99.9
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	20965	17831	37.7	117.2
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	33412	42398	12.6	29.5
<i>Elodea canadensis</i> Rich. et Mchx.	43833	78198	1.0	16.1
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	24477	31710	63.7	262.2
<i>Phragmites communis</i> Grin.	30372	21235	13.2	31.4
<i>Carex gracilis</i> Curt.	5354	7206	11.1	235.8
Среднее	23493	29421	20.1	113.2

По данным Г.Л. Марголиной и В.В. Куклина [4], общая численность бактерий и количество сапрофитов в смывах с вегетативных органов растений прибрежной зоны Рыбинского водохранилища составляет соответственно от 2500 до 5200 млн кл. и от 14.1 до 10.4 млн кл./г абсолютно сухой массы.

Таким образом, в обрастаниях высших водных растений численность бактерий при миксировании превышает таковую в пробах, отобранных путем соскабливания. Поэтому при изучении обрастаний гидрофитов для отбора проб следует рекомендовать первый способ.

#### Л и т е р а т у р а

1. Антипчук А.Ф. Микробиология рыбоводных прудов. М., 1983.
2. Крашенинникова С.А. Микробиологические процессы распада водной растительности в литорали Рыбинского водохранилища // Бюл. Ин-та биологии водохранилищ. АН СССР. М., 1958. № 2.
3. Кудрявцев В.М. Численность бактерий в зарослях и обрастаниях высших водных растений // Гидробиол. журн. 1978. Т. 14, вып. 6.
4. Марголина Г.Л., Куклин В.В. Микробиологические процессы в зарослях высших водных растений Рыбинского водохранилища // Гидробиологический режим прибрежных мелководий верхневолжских водохранилищ. Ярославль, 1976.

5. Н и к и ф о р о в а Е.П. Развитие водных бактерий при натуральных концентрациях органического вещества: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1975.
6. Р а з у м о в А.С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение с методом Коха // Микробиология. 1932. Т. 1, вып. 2.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 579.597

И.О. Солнцева, Г.И. Виноградова

### СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПРИРОДНЫХ ШТАММОВ ДРОЖЖЕЙ ИЗ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ

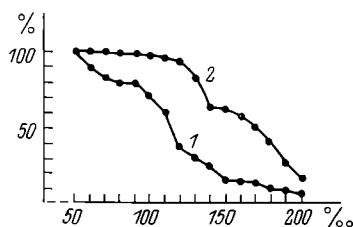
Распространение дрожжей в водоемах, их численность и видовой состав определяются рядом экологических факторов, в том числе соленостью. В море она достигает 10–18 ‰, в океане – 35 ‰. Еще выше этот показатель в Красном и Мертвом морях, а в самосадочных водоемах, например Кара-Богаз-Гол, и в минеральных озерах с лечебными грязями он составляет 250–280 ‰ [1].

В настоящей работе приведены данные по солеустойчивости природных штаммов дрожжей. Для опытов были отобраны 23 вида из 12 родов дрожжей (всего 210 штаммов), имеющихся в коллекции лаборатории: *Candida lambica*, *C. krusei*, *C. (Pichia) guilliermondii*, *C. membranaefaciens*, *C. tropicalis*, *C. vini* – 33 штамма; *Cryptococcus albidus*, *C. flavus*, *C. laurentii*, *C. uniguttulatus* – 35 штаммов; *Debaryomyces hansenii* – 4; *Hansenula anomala* – 3; *Kloeckera apiculata* – 3; *Kluyveromyces lactis* – 2; *Metschnikowia pulcherrima* – 12; *Rhodotorula glutinis*, *R. rubra* – 40; *Saccharomyces cerevisiae* – 2; *Sporobolomyces roseus* – 22; *Torulopsis candida*, *T. inconspicua* – 16; *Trichosporon cutaneum*, *T. pullulans* – 38 штаммов.

Дрожжи выделены из различных органов рыб (поверхность тела, жабры, кишечник) и вод волжскокамских водохранилищ, дельты р. Дунай, Ладожского озера. В опытах использовали среду сусло-агар на морской воде. Концентрация морской соли в среде составляла от 10 до 200 ‰ с градиентом в 10 ‰. Соотношение солей, входящих в состав искусственной морской воды, следующее:  $\text{NaCl}$  – 83.4%,  $\text{KCl}$  – 2.5,  $\text{MgCl}_2$  – 7.3,  $\text{MgSO}_4$  – 1.1,  $\text{CaCl}_2$  – 3.4%. Для того чтобы сгладить эффект повреждения клеток при прямом воздействии фактора, наряду с постановкой острых опытов был использован метод акклимации, основанный на многократных пересевах с постепенным увеличением концентрации солей в среде.

Рис. 1. Численность штаммов дрожжей (%), способных к нормальному росту при различных концентрациях морской соли в среде (‰).

1 — до акклимации; 2 — после акклимации.



При низких концентрациях морской соли (от 10 до 20 ‰) для всех культур отмечался стимулирующий эффект, проявившийся в ускорении роста колоний (на сутки раньше контроля) и интенсификации цвета у окрашенных форм.

Все испытанные культуры способны к нормальному росту на среде с содержанием морской соли до 50 ‰. С увеличением ее концентрации число штаммов, способных к нормальному росту, уменьшалось (рис. 1). Акклимация позволила значительно расширить диапазон устойчивости дрожжей к фактору солёности. Большинство культур (более 90%) после акклимации способны к росту при концентрации морской соли 120 ‰, тогда как в острых опытах эту же солёность выдерживало лишь 36% всех испытанных культур. В результате акклимации также значительно возрос процент штаммов при концентрации морской соли 200 ‰ (с 4 до 15%). В острых опытах солёность 200 ‰ выдерживали штаммы дрожжей, относящихся к видам *Candida lambica*, *C. membranefaciens*, *C. tropicalis*, *C. vini*, *Debaryomyces hansenii*, *Torulopsis candida* (9 культур, 7 из них относились к роду *Candida*). После акклимации способность к росту при этой концентрации показали представители всех родов, за исключением *Metschnikowia* и *Rhodotorula* (всего 31 штамм).

Устойчивость к солёности у исследуемых штаммов дрожжей различна и не связана с их видовой принадлежностью. На примере рода *Candida* показано (рис. 2), что диапазон устойчивости дрожжей к различным концентрациям морской соли достаточно широкий. В каждом виде выявились штаммы с повышенной чувствительностью и штаммы, выдерживающие значительные концентрации. В большинстве случаев акклимация привела к повышению устойчивости дрожжей к солёности, иногда почти вдвое (*C. quilliermondii*, штамм 4499; *C. lambica*, штамм 4265). В ряде случаев акклимация проходила менее успешно, например у *C. krusei*, штаммы 3795, 2844; *C. lambica*, штаммы 3796, 2122.

Аналогичная картина наблюдалась у штаммов, относящихся к остальным исследованным родам. Из 12 штаммов *Cryptococcus albidus* у 3 наблюдали рост при 60 ‰ и у 1 — при 160 ‰; из 22 штаммов *Sporobolomyces roseus* у 6 не было роста на средах с концентрацией морской соли в 60 ‰, а 2 давали нормальные колонии при 170 ‰; из 36 штаммов *Trichosporon pullulans* 3 не выдерживали солёности 60 ‰, а у 1 наблюдали рост при 190 ‰.



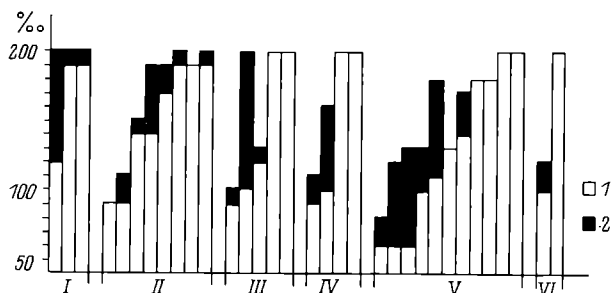


Рис. 2. Устойчивость штаммов рода *Candida* к солености до (1) и после (2) акклимации.

I - *C. guilliermondii*, штаммы 4499, 2896, 4508; II - *C. krusei*, штаммы 3795, 2844, 4545, 4158, 4313, 4184, 4517, 4474; III - *C. lambica*, штаммы 3796, 4265, 2122, 2690, 4487; IV - *C. membranaefaciens*, штаммы 4227, 4546, 4492, 2619; V - *C. tropicalis*, штаммы 3813, 4104, 3842, 4172, 3241, 4498, 4542, 4106, 4555, 3334, 4556; VI - *C. vini*, штаммы 4516, 4097.

Таким образом, различия в устойчивости к солености проявились в большей степени между штаммами одного вида, чем между видами или родами дрожжей. В результате акклимации разница в устойчивости к солености между штаммами уменьшилась. После многократных пересевов в течение 3 мес с постепенным увеличением концентрации солей в среде большинство культур были способны к росту при 120–170 ‰. В острых опытах штаммы, выдерживающие концентрацию 200 ‰, удалось акклимировать к солености 210–220 ‰, но при этом наблюдались отклонения в форме и размере клеток, т.е. для всех испытанных культур концентрация в 200 ‰ являлась предельной.

Проведенные исследования показали не только исключительно высокую устойчивость дрожжей к солености, но и широкие адаптационные возможности их клеток.

### Л и т е р а т у р а

1. Новожилова М.И. Аспорогенные дрожжи и их роль в водоемах. Алма-Ата, 1979.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Г.А. Лукина

## ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ РЯСКОВЫХ

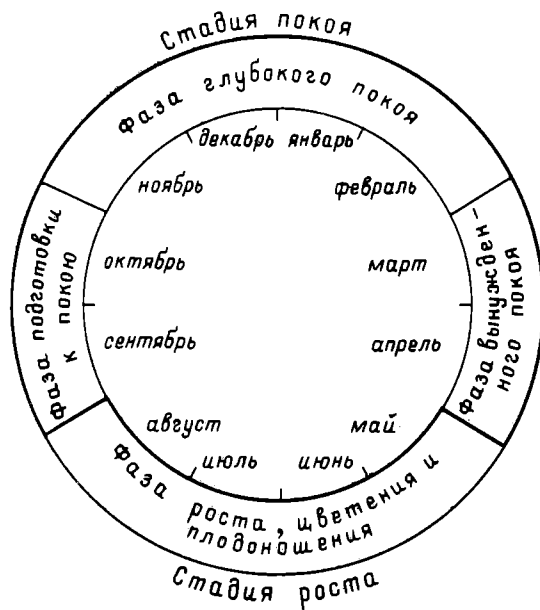
Несмотря на имеющиеся различия у представителей сем. Lemnaceae, все они имеют общие черты: водный образ жизни, малые размеры, отсутствие членения на корень, стебель, лист, высокую скорость вегетативного размножения, воздушное цветение, образование зимующих почек.

Сочетание лабораторных и натуральных наблюдений за рясковыми позволяет уточнить некоторые особенности их жизненного цикла, который складывается из последовательно сменяющих друг друга и тесно связанных между собой фаз. Переход из одного состояния в другое обуславливается внутренней ритмичкой физиолого-биохимических процессов.

Жизненный цикл рясковых состоит из двух стадий: покоя и роста. Стадию покоя можно разделить на три фазы: подготовка к покою, глубокий покой и вынужденный. В фазу подготовки к покою при вегетативном способе размножения происходит образование зимующих форм у рясковых рода *Lemna* L. и турионов рода *Spirodella* Schleid; при генеративном способе размножения – погружение семян. Во время глубокого покоя зимние формы рясковых не способны к росту, семена – к прорастанию. В естественных условиях вынужденный покой определяется температурными условиями.

Стадия роста включает в себя вегетативное размножение, цветение и плодоношение. В фазу вегетативного размножения происходит активное образование дочерних растений. При генеративном размножении скорость вегетативного размножения замедляется, так как листочки появляются только из одного бокового кармана, в другом образуется соцветие, а затем плод. Однако не каждое растение цветет и плодоносит, а потому основным и общим для всех представителей семейства является вегетативный способ размножения. Схема жизненного цикла при вегетативном и генеративном способах размножения представлена на рисунке.

Подготовка к покою у *Lemna minor* L. выражается в утолщении листочков, которые еще более округляются, наполняются крахмалом и становятся полупогруженными, что в зимний период предохраняет их от вмерзания в лед. В течение зимы этот вид рясковых сохраняет свою жизнеспособность в форме одного листочка или самых малых колоний по два листочка. Весной, после таяния льда, перезимовавшие растения начинают активно вегетировать, образуя молодые листочки, материнские при этом сразу отмирают, т.е. весной происходит смена поколений независимо от возраста материнского растения.



Жизненный цикл рясковых.

*L. trisulca* L. относится к полупогруженным растениям. Готовясь к периоду покоя, она претерпевает сходные с *L. minor* изменения, т.е. вегетативные цепочки уменьшаются в размерах, листочки округляются, утолщаются и за счет накопления крахмала погружаются на дно водоема. Прорастание и дальнейшее развитие происходят так же, как и у ряски малой.

*Spirodella polyrrhiza* (L.) Schleid. в отличие от видов рода *Lemna* образует зимующие почки, турионы, которые выдвигаются по выводным кармашкам материнского растения и опускаются на дно. Они представляют собой одиночные диски темного цвета. Весной, когда водоем уже достаточно прогрет, турионы всплывают на поверхность и образуют новое растение. Наблюдения в природе и лаборатории показали, что турионы являются не только зимней формой существования, но образуются при неблагоприятных условиях и в другие сезоны.

При генеративном размножении жизненный цикл дополняется цветением и плодоношением. Цветущие растения *L. minor* не имеют значительных отличий от вегетативных. Обычно соцветие занимает один из выводных кармашков, затем в нем развивается плод (коробочка), который имеет темно-бурю окраску, светлеющую по мере его созревания. Плод открывается, и мелкие белые семена высыплются на дно.

Особый интерес представляет наличие двух форм цветения у *L. trisulca*. Одна из них состоит из единичного изогнутого

цветоносного листеца, всплывающего на поверхность, другая – представлена цепочкой листецов, одно из звеньев которой всплывает на поверхность. Ранее каждая из них описывалась как единственно существующая [1, 3]. Наличие у этого вида двух форм цветоносных побегов, вероятно, связано с тем, что ряска трехдольная может нормально вегетировать в поверхностных слоях или при заносе на большую глубину [2]. В этом случае придонная ряска дает одиночный цветоносный побег, а поверхностная – цепочковую форму цветоносного растения. Образовавшиеся семена *L. trisulca* высыпаются также на дно водоема вне зависимости от формы цветоносного побега.

Существовало мнение [3, 4], по которому семена прорастают осенью того же года, но экспериментально установлено, что для них характерна стадия покоя длительностью в 1 мес при температуре 5–10 °С, после чего семена способны прорасти лишь на свету при температуре 16 °С. При благоприятных температурных и световых условиях семена прорастают очень быстро: обычно через сутки всплывают молодые растения, состоящие из двух листецов, но еще сохраняющие связь с семенами. Связь молодого растения с семенами прекращается на 8–10-е сутки, и оно начинает активно вегетативно размножаться, давая дочерние растения.

Таким образом, жизненный цикл рясковых включает общее для всех вегетативное размножение и частное – генеративное.

#### Л и т е р а т у р а

1. И в а н о в а И.Е. Некоторые вопросы цветения и опыления рясок *Lemnaceae* S. Gray // Ботан. журн. 1970. Т. 55, № 5.
2. П о к р о в с к а я Т.Н. Экологические условия фотосинтеза литоральных гидрофитов // Антропогенное евтрофирование озер. Л., 1976.
3. Р о с т о в ц е в С.И. Биолого-морфологический очерк рясок. М., 1905.
4. S c u l t h o r p e C.D. The biology of aquatic vascular plants. London, 1967.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

А.И. Б а к а н о в

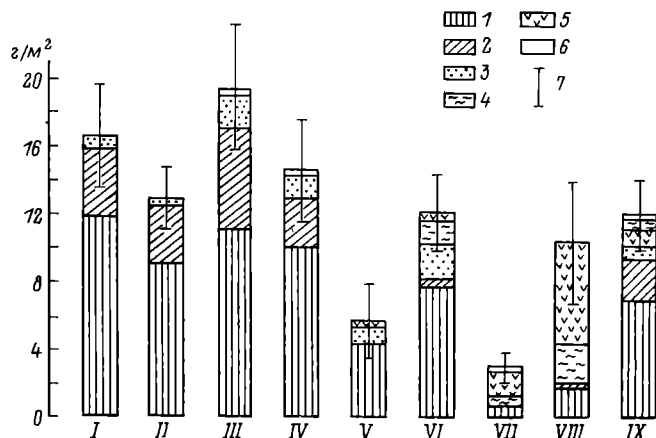
## БЕНТОС РУСЛОВОЙ ЧАСТИ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

В период с 6 июля по 13 августа 1985 г. в составе комплексной экспедиции ИБВВ АН СССР мы проводили сбор макрозообентоса на 8 водохранилищах вдоль затопленного русла Волги от г. Калинин до плотины Волгоградской ГЭС. Пробы отбирали дночерпателем „ДАК-250“, промывали через мельничный газ № 17 и фиксировали 6%-ным формалином. На каждом водоеме было взято по 20 станций, расположенных на равном расстоянии друг от друга. В разных водохранилищах роль отдельных таксономических групп донных животных неодинакова (см. рисунок): в 6 водохранилищах по биомассе доминировали олигохеты, лишь в Саратовском и Волгоградском – высшие ракообразные, в основном гаммариды; хирономиды давали значительную биомассу только в 4 верхних водохранилищах, доминировал мотыль; биомасса кормового бентоса была высокой, только в Чебоксарском и Саратовском водохранилищах – упала ниже  $10 \text{ г/м}^2$  (табл. 1).

В результате изучения бентоса Куйбышевского водохранилища С.М. Ляховым [4] было выдвинуто положение о наличии „отрицательного градиента трофии“ в водохранилищах, т.е. об уменьшении обилия гидробионтов, в том числе и бентоса, по мере продвижения от верховьев к плотине гидроузла. Для проверки этого мы подсчитали биомассу бентоса в каждом водохранилище отдельно для верхнего ( $B_B$ ), среднего ( $B_C$ ) и нижнего ( $B_H$ ) участков (табл. 1). Отрицательный градиент в некоторой степени замечен в Ивановском и Волгоградском водохранилищах, положительный – в Рыбинском и Чебоксарском, в 4 оставшихся водоемах никакого градиента не обнаружено.

Распределение бентоса и его обилие в значительной степени зависят от характера грунта, доли отдельных типов грунтов в водохранилищах неодинаковы (табл. 2). Наиболее заилено русло Волги в Куйбышевском и Ивановском водохранилищах, наименее – в Чебоксарском и Саратовском, в 2 последних водоемах биомасса бентоса самая низкая. Чебоксарское водохранилище, созданное в 1980 г., – самое молодое в волжском каскаде, его русловая часть еще не успела заилиться. Саратовское водохранилище не накапливает такого запаса воды, который сохраняется длительное время. Оно напоминает медленно текущую реку [2], что объясняет преобладание в его русле песчаного грунта.

Если сравнить биомассы донной фауны русловых участков водохранилищ со средними биомассами бентоса для всей их площади ( $B_p$ ) [1], то видно, что последние варьируют в значительно меньшей степени. Так, средняя биомасса бентоса Волгоградского водохранилища в 2.3 раза превышает таковую Саратовского, а биомасса бентоса русловой части Рыбинского водохранилища в 5.5 раза выше



Соотношение отдельных групп организмов в бентосе.

1 - олигохеты; 2 - личинки хирономид; 3 - кормовые моллюски; 4 - полихеты; 5 - высшие ракообразные; 6 - прочие организмы; 7 - стандартная ошибка общей биомассы. Водохранилища: I - Ивановское; II - Угличское; III - Рыбинское; IV - Горьковское; V - Чебоксарское; VI - Куйбышевское; VII - Саратовское; VIII - Волгоградское; IX - среднее по всем водохранилищам. По вертикали - биомасса бентоса.

Т а б л и ц а 1

Биомасса бентоса русловой части волжских водохранилищ

Водохранилище	$B_p$	$S$	$CV$	A	ППИ	$B_B$	$B_C$	$B_H$
Ивановское	16.6	3.0	0.79	1.43	23.8	25.0	13.0	13.1
Угличское	13.0	1.8	0.60	1.14	14.8	12.4	12.5	13.8
Рыбинское	19.4	3.7	0.84	1.72	33.4	4.4	18.0	33.7
Горьковское	14.6	3.1	0.92	1.77	25.8	10.0	17.4	15.7
Чебоксарское	5.6	2.1	1.64	3.03	17.0	1.1	4.9	10.1
Куйбышевское	12.1	2.3	0.82	2.04	24.8	9.7	13.1	13.3
Саратовское	3.0	0.8	1.09	2.08	6.3	3.8	2.4	5.9
Волгоградское	10.5	3.5	1.44	2.14	22.5	12.9	14.6	4.4
Среднее	11.9	2.1	0.46	-	-	9.9	12.0	13.8

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2:  $B_p$  - биомасса русловой части всего водохранилища,  $г/м^2$ ,  $S$  - ее стандартная ошибка,  $CV$  - коэффициент вариации. Остальные обозначения см. в тексте.

Т а б л и ц а 2

Соотношение различных типов грунта и вклад отдельных водохранилищ в общую биомассу бентоса

Водохранилище	$V_p$	$l$	$D_l$	$V_o$	$s$	$D_s$	П	И	ПР
Иваньковское	16.6	5.7	8.8	5.8	1.6	1.6	20	55	25
Угличское	13.0	5.4	6.5	3.7	1.2	0.9	25	40	35
Рыбинское	19.4	4.4	7.9	5.8	22.3	22.9	35	40	25
Горьковское	14.6	17.6	23.9	4.0	7.8	5.5	40	25	35
Чебоксарское	5.6	12.6	6.6	6.0	11.1	11.9	90	0	10
Куйбышевское	12.1	19.1	21.5	6.2	31.6	34.7	30	60	10
Саратовское	3.0	13.7	3.8	2.9	9.0	4.6	85	5	10
Волгоградское	10.5	21.5	21.0	6.6	15.3	17.9	55	25	20

П р и м е ч а н и е. П, И, ПР – доля участков с песчаным, илистым и прочими типами грунта от общей протяженности русла, %. Остальные обозначения см. в тексте.

таковой Саратовского. Относительная бедность бентоса в южных водохранилищах летом 1985 г. объяснялась также тем, что во время съемки в результате характерного для южных водоемов массового вылета мотыля его биомасса в русле была ничтожной, тогда как в северных водоемах вылет хирономид обычно растянут на более длительные сроки и крупные личинки IV возраста, как правило, присутствуют в бентосе.

Зная долю (в процентах), которую составляет длина руслового участка данного водохранилища от общей длины русла Волги ( $l$ ), и долю, которую составляет площадь водохранилища от суммарной площади всех волжских водохранилищ ( $s$ ), можно подсчитать, какую часть от общего бентоса русла ( $D_l$ ) или бентоса всех водохранилищ ( $D_s$ ) составляет бентос каждого из них (табл. 2). Видно, что Горьковское, Куйбышевское и Волгоградское водохранилища дают 66.4% от всего руслового бентоса, а Рыбинское, Куйбышевское и Волгоградское – 75.5% от всего бентоса.

Обеспеченность рыб пищей зависит не только от биомассы кормовых организмов, но и от степени их агрегированности: чем выше агрегированность, тем благоприятнее условия откорма [3]. Для одновременного учета биомассы и агрегированности нами использован пространственно-плотностной индекс (ППИ).  $ППИ = BA$ , где  $B$  – биомасса,  $A$  – агрегированность.  $A = \bar{x}/\bar{x}_2$ , где  $\bar{x}$  – среднее арифметическое значение биомассы,  $\bar{x}_2$  – среднее геометрическое значение. При абсолютно равномерном распределении организмов  $A = 1$ , при увеличении агрегированности величина индекса возрастает. Следовательно,  $ППИ = B$  при равномерном распределении пищи и растет по мере увеличения ее агрегированности. Из сравнения величин этого показателя в разных водохранилищах (табл. 1) видно, что наиболее благоприятные условия откорма взрослых особей рыб-бентофагов,

которые нагуливаются в русловых участках водохранилищ, сложились в Рыбинском, где летом значение ППИ максимально, наименее благоприятные — в Саратовском. Высокая степень агрегированности бентоса в Чебоксарском водохранилище до известной степени компенсирует сравнительно низкое значение его биомассы, условия нагула здесь примерно такие же, как в Угличском.

### Л и т е р а т у р а

1. Б а к а н о в А.И. Количественное развитие зообентоса в водохранилищах Советского Союза // ИБВВ АН СССР. 1985. 84 с. Деп. в ВИНТИ. 5.05.1985, № 2968-85.
2. В о л г а и ее жизнь. Л., 1978.
3. И в л е в В.С. Экспериментальная экология питания рыб. Киев, 1977.
4. Л я х о в С.М. Об отрицательном градиенте распределения бентоса в Куйбышевском водохранилище // Пресноводные гидробионты и их биология. Л., 1983.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 593.16

Н.И. Ш и р к и н а

### ЧЕШУЙЧАТЫЕ СТРУКТУРЫ НЕКОТОРЫХ БЕСЦВЕТНЫХ ЖГУТИКОНОСЦЕВ (MASTIGOPHORA DIESING)

Наряду с формой крист митохондрий и корешковой системой кинетосом в систематике жгутиконосцев учитывается наличие трихоцист (мукоцист) и присутствие чешуек на поверхности тела или жгутиков [3]. Чешуйки обнаружены у различных фотосинтезирующих жгутиконосцев, а также у представителей Mycetozoa. У бесцветных жгутиконосцев чешуйки мелкие (от 0.1 до 1 мкм), обладают сложной структурой, характерной для каждого вида [5, 8, 9]. Ряд авторов [5, 8] считает их производными митохондрий, а другие связывают их происхождение с аппаратом Гольджи.

Данная работа посвящена изучению поверхностных структур бесцветных жгутиконосцев 2 родов: *Thaumatomonas* De Saedeleer, 1931 и *Cercomonas* Dujardin, 1841. Чешуйчатые структуры исследовались методом растровой и трансмиссионной электронной микроскопии, а также на электронно-зондовом микроанализаторе „Камебакс“. Материал в течение 1 ч фиксировали в 3%-м глютаральдегиде на фосфатном буфере при температуре 0 °С и рН 7.4. За отмывкой



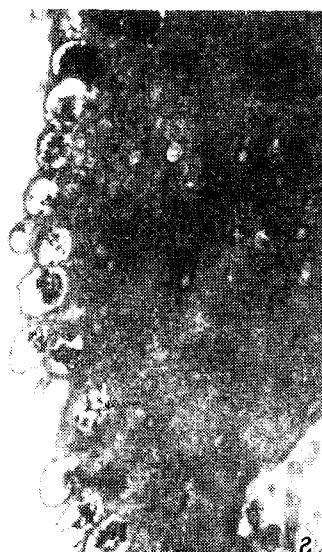
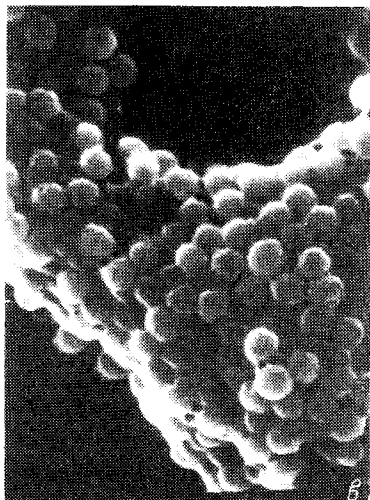
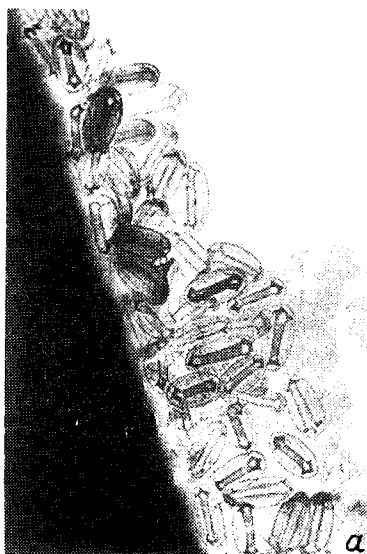
в нескольких сменах буфера следовала постфиксация  $OsO_4$  на том же буфере в течение 1 ч. Далее материал обезвоживали в серии спиртов возрастающей концентрации и заливали в аралдит. Ультратонкие срезы просматривали под электронным микроскопом JEM-100C. Для исследования методом растровой электронной микроскопии материал фиксировали аналогичным способом, после чего обезвоживали в абсолютном ацетоне и напыляли золотом.

Жгутиконосцы рода *Thaumatomonas* обладают своеобразным жизненным циклом, включающим в себя амебоидную стадию, слияние отдельных клеток и стадию многоядерного плазмодия. Данную группу, ранее относимую к отряду *Kinetoplastida* [1], в настоящее время предложено выделить в отдельный класс зоофлагеллат [4]. Ультраструктурное исследование выявило на плазмалемме тауматомонад многочисленные мелкие чешуйки (см. рисунок, а). Они имеют длину от 0.2 до 0.4 мкм, располагаются без определенной ориентации или полярности. С целью детального изучения этих структур их отделяли от поверхности клетки воздействием эфира или 3%-го раствора серной кислоты в течение 30 мин. Чешуйки овальной формы с внутренней электронно-плотной основой, укрепленной 4-5 узлами. На ее полюсах имелись 2 крупные, а по бокам 4 мелкие перфорации. Вокруг основы наблюдалось более светлое овальное окружение (см. рисунок, б). Использование электронно-зондового микроанализатора позволило выявить наличие в чешуйках кремния и небольшого количества кальция.

Представителей рода *Cercomonas* в настоящее время относят к отряду *Cercomonadida* Mylnikov, 1986, но систематическое положение этих организмов нуждается в дальнейшем уточнении. Нами исследованы 3 штамма церкомонад. На поверхности одного из них (С-28) обнаружены многочисленные мелкие образования глобулярной формы (см. рисунок, в) размером от 0.1 до 0.4 мкм. Распределены они ровным слоем, а в некоторых случаях могут образовывать небольшие скопления. На ультратонких срезах на поверхности клеток обнаружены электронно-плотные тела, окруженные плотной оболочкой (см. рисунок, г). Эти тела образуют выпячивания над поверхностью клетки, а единичные из них полностью отделяются от нее.

Подобные сферические структуры выявлены у представителей *Pompholyxophrys* [6]. У этих организмов данные образования интерпретируются как глобулярные полые чешуйки, состоящие из тонкого кремниевого слоя с мелкими перфорациями. Обнаруженные нами тела имеют сходство и с так называемыми субмембранными электронно-плотными структурами *Cercomonas varians* [2], которые, однако, не выступают за пределы поверхности. Кроме того, описанные нами образования, возможно, являются и особым видом стрекательных органелл. Сходные органоиды найдены у *C. granulifera* [7] и получили название „muciferous vesicles" или „mucilage bodies".

Предыдущие исследования представителей родов *Thaumatomonas* [4] и *Cercomonas* [2] показали наличие большого сходства



Поверхностные структуры жгутиконосцев у видов 2 родов: *Thaumatomonas* (а, б) и *Cercomonas* (в, г).

а - участок клетки *Thaumatomonas*, покрытый многочисленными чешуйками,  $\times 40000$ ; б - общий вид чешуек *Thaumatomonas* после обработки раствором серной кислоты,  $\times 68000$ ; в - многочисленные глобулярные образования на поверхности жгутиконосца рода *Cercomonas*,  $\times 20000$ ; г - край поверхности особи жгутиконосца рода *Cercomonas* на срезе,  $\times 50000$ .

в их биологии, морфологии и ультраструктуре. Церкомонадиды, так же как и тауматомонадиды, имеют в жизненном цикле амебоидную стадию, стадии плазмодизации и деплазмодизации. Жгутики тех и других безмастигонемные и типичного строения. Параксиальный стержень не обнаружен. Кинетопласт отсутствует. Митохондрии обладают трубчатыми кристами. Ядра имеют сходное строение и одинаковый тип митоза. У обоих родов по периферии клетки обнаружены стрекательные органоиды. У *Thaumatomonas* на поверхности клетки присутствуют чешуйки. Не исключается наличие таковых и у некоторых представителей *Cercomonas*. Все это свидетельствует о возможном объединении этих организмов в единую группу ранга класса.

## Л и т е р а т у р а

1. Ж у к о в Б.Ф. Определитель бесцветных свободноживущих жгутиконосцев подотряда *Bodonina* Hollande // Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л., 1971.
2. М ы л ь н и к о в А.П. Особенности ультраструктуры жгутиконосца *Cercomonas varians* // Цитология. 1986. Т. 28, № 4.
3. С е р а в и н Л.Н. Макросистема жгутиконосцев // Принципы построения макросистемы одноклеточных животных. Л., 1980. Т. 94.
4. Ш и р к и н а Н.И. Биология бесцветного жгутиконосца *Thaumatomonas lauterborni* De Saedeleer, 1931; Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1983.
5. H i b b e r d D.J. Observations on the ultrastructure of three new species of *Cyathobodo* Petersen et Hansen (*C. salpins*, *C. intrucatus* and *C. simplex*) and on the external morphology of *Pseudodendromonas vikil* Bourrely // *Protistologica*. 1976. Vol. 12, N 2.
6. N i c h o l l s K.H., D u r r s h m i d t M. Scale structure and taxonomy of some species of *Raphidocystis*, *Raphidophrys* and *Pompholyxophrys* (Heliozoa) including descriptions of six new taxa // *Canad J. Zool.* 1985. Vol. 63, N 8.
7. S c h u s t e r F.L., P o l l a k A. Ultrastructure of *Cercomonas* sp., a freeliving ameboid flagellate // *Arch. Protistenk.* 1978. Bd 120, H. 1/2.
8. S w a l e E.M.F., B e l c h e r J.H. *Cyromitus clisomatus* Skuja - a free livind colourless flagellate // *Arch. Protistenk.* 1974. Bd 116, H. 3.
9. S w a l e E.M.F., B e l c h e r J.H. *Gyromitus limax* nov. sp. Free - living colourless ameboid flagellate // *Arch. Protistenk.* 1975. Bd 117, H. 1.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Ж.В. Башкатова

ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ ПАРЕНХИМЫ  
ПЛЕРОЦЕРКОИДОВ НЕКОТОРЫХ  
ПСЕВДОФИЛЛИДНЫХ ЦЕСТОД

У плероцеркоидов 4 вида цестод отряда Pseudophyllidea (*Triacnophorus nodulosus*, *Ligula intestinalis*, *Diphyllbothrium latum* и *D. dendriticum*) выявлены ультраструктурные особенности паренхимы. Клеточные элементы, описанные ранее у личиночных форм *D. dendriticum* [1] и *Echinococcus granulosus* [3], характерны для исследованных нами плероцеркоидов: тегументальные, мышечные, нервные, малодифференцированные клетки; клетки, образующие стенки выделительных канальцев; циртоциты. Кроме вышеперечисленных клеточных типов была обнаружена гликогензапасующая клетка. Морфологически сходную клетку описал для *Diphyllbothrium dendriticum* Бонсдорф с соавторами [1]. У *Triacnophorus nodulosus* подобный тип клеток выделен не был [2].

Плероцеркоиды интенсивно накапливают большое количество гликогена, заполняющего всю паренхиму, что связано с его активным использованием в процессе роста и морфогенеза червей. В основном функцию накопления гликогена берут на себя гликогензапасующие клетки. Впервые они описаны как „паренхимные“ у *Lacistorhynchus tenuis* и *Hymenolepis diminuta* [5]. Отличительная особенность этих клеток – разделение их цитоплазмы на эндо- и экзоплазму, последняя из которых содержит многочисленные розетки α-гликогена, полностью отсутствующего в эндоплазме.

Форма гликогензапасующих клеток и их ядер в значительной степени варьирует. Эндоплазма, окружающая ядро, содержит обычный набор органоидов: свободные рибосомы, митохондрии, цистерны эндоплазматического ретикулума. Крупные округлые митохондрии встречаются в основном на границе эндо- и экзоплазмы.

Экзоплазма в отличие от эндоплазмы характеризуется бедностью органоидов и наличием гликогена. Основной ее объем составляют фибриллярный матрикс и розетки гликогена. Немногочисленные митохондрии, цистерны эндоплазматического ретикулума, свободные рибосомы и мультиламеллярные тельца локализуются по периферии гликогензапасующих отростков вблизи плазматической мембраны клетки. Иногда в экзоплазме гликогензапасующих клеток встречаются небольшие участки уплотненного цитоплазматического матрикса, по ультраструктуре сходного с эндоплазмой.

Характерные ультраструктура, морфология и локализация присутствующих гликогензапасующим клеткам всех изученных видов плероцеркоидов. Эти клетки приурочены к медуллярной паренхиме.

Помимо гликогензапасующих клеток энергетические вещества способны накапливаться в ряде специализированных клеточ-

ных элементов личинок. У всех изученных видов плероцеркоидов обнаружены цитоплазматические отростки клеток выделительной системы, мышечные и тегументальные элементы, содержащие гликоген. У *Diphyllbothrium latum* наряду с вышеперечисленными системами в накоплении углеводов участвуют активно функционирующие клетки фронтальных желез (см. рисунок).

По ультраструктуре отростки специализированных клеток, содержащие гликоген, идентичны экзоплазме гликогензапасующих клеток. Они содержат незначительное количество органоидов, фибриллярный матрикс и углеводы в форме  $\alpha$ -гликогена. По размерам гликогенсодержащие отростки фронтальных желез и эпителия протонефридиальных канальцев сравнимы с выростами, образуемыми гликогензапасующими клетками. Вместе с тем отростки тегументальных клеток немногочисленны и относительно небольшие. Для мышечных элементов характерно содержание питательных веществ в особых выростах сарколеммы, саркоплазма которых сходна с экзоплазмой гликогензапасующих клеток. Подобное явление, связанное с накоплением гликогена, ранее было описано у ряда видов цестод [4]. У *Ligula intestinalis* гликогенсодержащие отростки мышечных элементов более развиты, представлены в значительном количестве и имеют относительно крупные размеры по сравнению с таковыми у *Tri-aenophorus nodulosus*, *Diphyllbothrium latum*, *D. dendriticum*. Кроме вышеперечисленных особенностей ультраструктуры была обнаружена связь между некоторыми специализированными элементами паренхимы. Так, у плероцеркоида *D. latum* в некоторых случаях эндоплазма фронтальных желез была схожа с эндоплазмой мышечных клеток.

Итак, паренхима изученных личинок состоит из различных типов отростчатых клеток. Основная масса ее представляет собой переплетение этих отростков. Элементы ее располагаются компактно, в отдельных местах соединяясь при помощи специализированных механических контактов — зон прилегания. Межклеточный матрикс представлен в незначительном количестве и имеет тонкофибрилярную структуру. Несмотря на некоторые видоизменения, в зависимости от способа фиксации ткани расположение фибрилл матрикса остается неупорядоченным.

Факт накопления специализированными элементами запасных питательных веществ наряду с особой гликогензапасующей клеткой — пример отрицательной метатлазии. Выполнение функций тканей внутренней среды берут на себя элементы других систем, не утрачивая своих типовых особенностей.

Таким образом, паренхима изученных видов плероцеркоидов псевдофиллидных цестод представляет собой крайне специализированную структуру для выполнения своей основной функции — запасания гликогена.

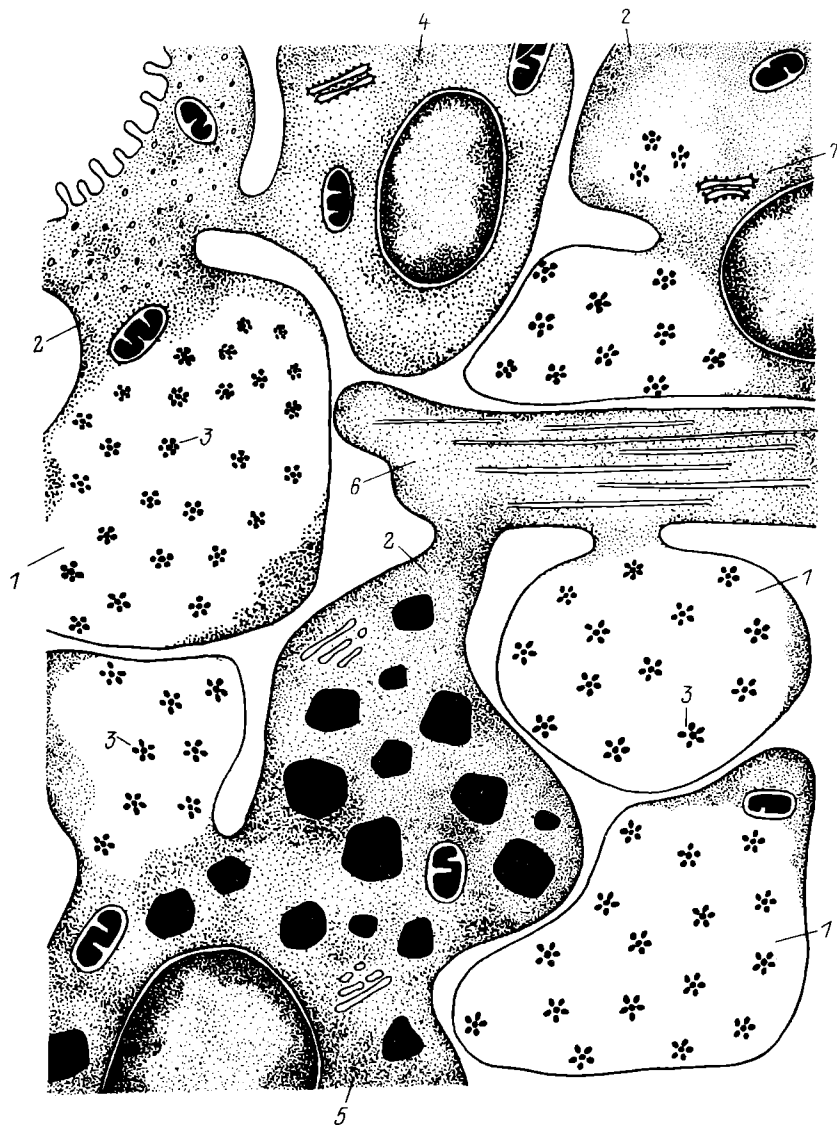


Схема ультраструктурной организации паренхимы плероцеркоидов псевдофиллидных цестод.

1 - экзоплазма; 2 - эндоплазма; 3 - гликоген; 4 - клетка, образующая выделительный канал; 5 - клетка железы проникновения; 6 - мышечная клетка; 7 - гликогензапасяющая клетка.

1. B o n s d o r f f C.H., G u s t a f s s o n M.K.S., F o r s s t e n I., W i k g r e n B.J. Cellular composition of plerocercoids of *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda) // Acta zool. fenn. 1971. N 132.
2. G u s t a f s s o n M.K.S. The histology of the neck region of plerocercoids of *Trienophorus nodulosus* (Cestoda, Pseudophyllidea) // Acta zool. fenn. 1973. N 138.
3. G u s t a f s s o n M.K.S. Basic cell types in *Echinococcus granulosus* // Acta zool. fenn. 1976. N 146.
4. L u m s d e n R.D. Macromolecular structure of glycogen in some cyclophyllidean and trypanorhynch cestodes // J. Parasitol. 1965. Vol. 51, N 4.
5. L u m s d e n R.D. Fine structure of the medullary parenchymal cells of a trypanorhynch cestode, *Lacistorhynchus tenuis* (V. Beneden, 1858), with emphasis on specializations for glycogen metabolism // J. Parasitol. 1966. Vol. 51, N 3.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

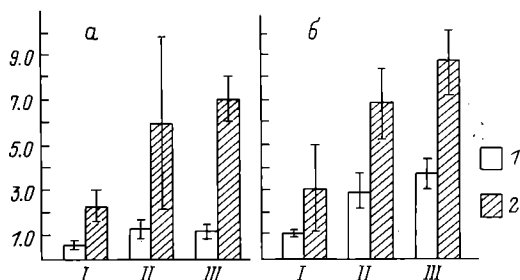
УДК 576.895.121-11

Г.И. Извекова, В.В. Кузьмина

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАНСПОРТА УГЛЕВОДОВ  
У ЦЕСТОД И В КИШЕЧНИКЕ ИХ ХОЗЯЕВ - РЫБ

В настоящее время интенсивно исследуются проблемы транспорта нутриентов в кишечнике рыб [5] и покровах цестод [6]. Во многих отношениях механизмы, обеспечивающие транспортные процессы у гельминтов и позвоночных животных, сходны. Однако процессы сопряженного гидролиза и транспорта углеводов и сравнительная характеристика интенсивности этих процессов у цестод и их хозяев - рыб - в идентичных условиях не исследовались.

В связи с этим цель работы состояла в изучении механизмов транспорта свободной глюкозы (Г-глюкоза) и глюкозы, образующейся в результате гидролиза дисахарида мальтозы (М-глюкоза) и полисахарида крахмала (К-глюкоза), пищеварительно-транспортных поверхностей цестоды *Caryophyllus laticeps* и ее хозяина - леща *Abramis brama* (L.).



Интенсивность аккумуляции различных форм глюкозы в слизистой кишечника леща (1) и у цестоды *Caryophyllus laticeps* (2).

а – концентрация субстрата 2.5 ммоль; б – концентрация субстрата 10 ммоль. По оси ординат – интенсивность аккумуляции гексоз, ммоль. По оси абсцисс: I – К-глюкоза; II – М-глюкоза; III – Г-глюкоза.

Интенсивность транспорта оценивали по аккумуляции гексоз в слизистой кишечника рыб и в тканях гельминтов. В качестве субстратов использовали глюкозу (2.5 и 10 ммоль) и эквимоллярные концентрации мальтозы и растворимого крахмала. Содержание гексоз в слизистой и в тканях гельминтов определяли методом Нельсона [3]. В качестве ингибитора  $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPазы}$ , обеспечивающей сопряженный с  $\text{Na}^+$  активный транспорт глюкозы, использовали оуабайн в концентрации  $10^{-4}$  моль. Интенсивность аккумуляции глюкозы определяли по накоплению гексоз за 60 мин инкубации в расчете на 100 мг сырой массы гельминтов или слизистой кишечника и выражали в миллимолях глюкозы.

При исследовании интенсивности аккумуляции различных форм глюкозы обнаружено, что накопление ее в тканях гельминтов при указанных концентрациях для всех субстратов выше, чем в слизистой кишечника, в 2–6 раз (см. рисунок). Ни в одной из серий опытов в слизистой кишечника леща не наблюдалось противогradientного накопления глюкозы. В то же время в тканях цестод при концентрации субстратов 2.5 ммоль происходила противогradientная аккумуляция всех форм глюкозы, а при концентрации 10 ммоль – М-глюкозы (см. рисунок). Этот факт свидетельствует о поступлении глюкозы в ткани гельминтов путем активного транспорта. Как в слизистой кишечника рыб, так и в тканях цестод более интенсивно аккумулируется М- и Г-глюкоза. Накопление глюкозы в тканях гельминтов и рыб при использовании в качестве субстратов крахмала и мальтозы указывает на сопряженный характер процессов гидролиза и транспорта. Ранее наличие сопряжения этих процессов наблюдали в кишечнике различных позвоночных животных, в том числе рыб [1, 4], что свидетельствует о значительном сходстве функциональной организации пищеварительно-транспортной поверхности кишечника рыб и покровов паразитирующих в них гельминтов.



Влияние оуабакана на интенсивность аккумуляции  
различных форм глюкозы в слизистой кишечника леща

Концентрация субстрата, ммоль	Интенсивность аккумуляции, ммоль		
	К-глюкоза	М-глюкоза	Г-глюкоза
Контроль	0.59±0.13	1.27±0.41	1.20±0.32
2.5	(18)	(30)	(32)
Опыт	0.40±0.16	0.73±0.30	0.86±0.34
Контроль	1.11±0.17	2.87±0.71	3.68±0.74
10	(12)	(3)	(13)
Опыт	0.87±0.28	2.78±0.52	3.32±0.83

Примечание. В скобках указано снижение интенсивности аккумуляции глюкозы под действием оуабакана, %.

При исследовании механизмов транспорта в слизистой кишечника леща установлено наличие активного  $\text{Na}^+$ -зависимого компонента, доля которого для разных форм глюкозы различна (см. таблицу). Поскольку в проведенных опытах исследовались неповрежденные особи *Caryophyllus laticeps*, а оуабакан блокирует  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -АТФазу на базальной границе клетки [2], влияния его на интенсивность аккумуляции глюкозы у этих цестод не обнаружено.

Для выяснения зависимости интенсивности транспорта глюкозы от ионов  $\text{Na}^+$  гельминтов инкубировали в среде, содержащей вместо ионов  $\text{Na}^+$  ионы  $\text{K}^+$ . В этих условиях аккумуляция Г-глюкозы в тканях червя подавляется на 84–86%, что согласуется с данными авторов, показавших почти полное ингибирование активного транспорта глюкозы у различных видов цестод в сходных условиях [7]. Наличие  $\text{Na}^+$ -зависимых механизмов транспорта глюкозы у цестод и в тканях кишечника позвоночных животных является, по мнению ряда авторов [6], наиболее важным доказательством сходства транспортных процессов у этих групп животных.

Полученные данные свидетельствуют о том, что механизмы транспорта сахаров у гельминтов и рыб близки, однако у первых интенсивность аккумуляции значительно выше и, как и у высших позвоночных животных, преобладают механизмы активного транспорта. Ранее нами подчеркивалась близость механизмов транспорта сахаров у рыб и высших позвоночных животных, а также меньшая доля активного компонента у рыб [1]. Последнее может быть связано с эволюционным положением и экологическими особенностями рыб. Наличие высокоэффективных транспортных систем, включающих значительный  $\text{Na}^+$ -зависимый компонент у цестод, по-видимому, можно рассматривать как специализацию, обусловленную их паразитическим образом жизни и связанную с необходимостью конкурировать с хозяином за пищевые субстраты.

Таким образом, приведенные материалы свидетельствуют как о сходстве функциональной организации пищеварительно-транспортных систем и значительной общности механизмов транспорта углеводов (в частности, наличие активного  $\text{Na}^+$ -зависимого компонента) у гельминтов и позвоночных животных, в том числе и у рыб, так и о различном уровне этих процессов у указанных групп животных. Важно отметить преобладание активного компонента транспорта у цестод по сравнению с характеристиками транспорта у рыб, у которых преобладают механизмы простой и облегченной диффузии [1]. Это обусловлено сложными пищевыми взаимоотношениями в системе паразит-хозяин, позволяющими гельминтам эффективно конкурировать с хозяином за необходимые нутриенты.

## Л и т е р а т у р а

1. Кузьмина В.В., Голованова И.Л., Извекова Г.И. Особенности транспорта углеводов в кишечнике рыб // Мембранное пищеварение и всасывание: Тез. докл. 3-го Всесоюз. симпоз. Рига, 1986.
2. Никольский Н.Н. Всасывание сахаров // Физиология всасывания. Л., 1977.
3. Уголев А.М., Иезуитова Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз // Исследование пищеварительного аппарата у человека. Л., 1969.
4. Уголев А.М., Иезуитова Н.Н. Мембранное пищеварение. Структурная и функциональная организация // Успехи физиол. наук. 1985. Т. 16, № 4.
5. Ferraris R.P., Ahearn J.A. Sugar and amino acid transport in fish intestine // Comp. Biochem. Physiol. 1984. Vol. 77A, N 3.
6. Pappas P.W., Read C.F. Membrane transport in helminth parasites: a review // Exp. Parasitol. 1975. Vol. 37, N 3.
7. Read C.F., Stewart C.L., Pappas P.W. Glucose and sodium fluxes across the brush border of *Hymenolepis diminuta* (Cestoda) // Biol. Bull. 1974. N 147.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

В.В. Кузьмина, Г.И. Извекова

МЕХАНИЗМЫ ТРАНСПОРТА УГЛЕВОДОВ  
В КИШЕЧНИКЕ ПРЕСНОВОДНЫХ КОСТИСТЫХ РЫБ

В последние годы интенсивно исследуются закономерности транспорта нутриентов в кишечнике рыб [4, 5]. При этом данные, касающиеся его механизмов, в значительной мере противоречивы. В частности, при исследовании транспорта глюкозы в кишечнике некоторых видов пресноводных рыб был установлен значительный флоридзин-зависимый компонент [2], а при изучении механизмов транспорта различных углеводов у леща эффект флоридзина и строфантина К не был выявлен [1].

Поскольку вопросы, касающиеся процессов сопряженного гидролиза и транспорта нутриентов у рыб, исследованы крайне слабо, цель работы состояла в изучении механизмов транспорта свободной глюкозы и глюкозы, образующейся в результате гидролиза дисахаридов мальтозы и сахарозы, а также полисахарида крахмала.

Работа проведена в 1984-1985 гг. на леще *Abramis brama* L. Интенсивность транспорта оценивали по аккумуляции гексоз в слизистой кишечника. В качестве субстрата использовали глюкозу и эквимольные концентрации мальтозы, сахарозы и растворимого крахмала в концентрации 1.0, 2.5, 10 и 50 ммоль. Содержание гексоз в слизистой определяли модифицированным методом Нельсона [3]. В качестве ингибитора транспорта глюкозы через апикальную мембрану энтероцитов использовали флоридзин в концентрации  $10^{-4}$  моль, для блокирования  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -АТФазы, обеспечивающей сопряженный с  $\text{Na}^+$  активный транспорт глюкозы, — оубаин в той же концентрации.

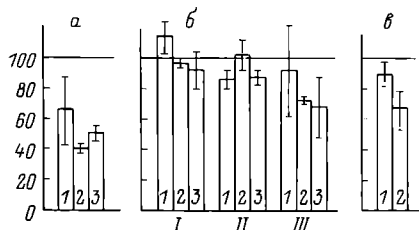
Для оценки соотношения различных механизмов поглощения углеводов используется блокирование систем переноса глюкозы на апикальной мембране энтероцитов, а также выключение  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -АТФазы. Установлена значительная вариабельность интенсивности аккумуляции гексоз в слизистой кишечника леща. При инкубации отрезка кишки в растворе 10 ммоль глюкозы интенсивность аккумуляции в летний период колеблется от 3.03 до 5.16 ммоль, мальтозы — от 2.12 до 3.68, крахмала — от 0.84 до 1.30 ммоль. Однако ни при этой, ни при других исследованных концентрациях субстрата противогradientный транспорт не был обнаружен.

При исследовании механизмов транспорта нами установлен значительный флоридзин-зависимый компонент (см. рисунок, а). При концентрации субстрата 10 ммоль он составляет 32, 56 и 51% для крахмала, мальтозы и глюкозы соответственно, что согласуется с данными Г.М. Рошиной [2], полученными при исследовании транспорта глюкозы у этого и других видов рыб. Поскольку флоридзин тормозит абсорбцию сахаров, поступающих в энтероциты путем активного транспорта и за счет облегченной диффузии, для выделения

Влияние флоридзина (а) и оуа-  
баина (б, в) на интенсивность  
аккумуляции различных форм  
глюкозы в слизистой кишечни-  
ка леща.

Концентрация субстрата: а -  
10 ммоль; б: I - 50 ммоль,  
II - 10 ммоль, III - 2.5 ммоль;  
в - 1 ммоль. По оси ординат -

интенсивность аккумуляции гексоз, % от контроля. По оси абсцисс:  
а, б - крахмал (1), мальтоза (2), глюкоза (3); в - сахароза при  
температуре 5 °С (1) и 20 °С (2).



$\text{Na}^+$ -зависимого активного компонента были поставлены эксперимен-  
ты по влиянию на аккумуляцию сахаров специфического ингибитора  
 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -АТФазы - оуабаина. Опыты показали присутствие  $\text{Na}^+$ -  
зависимого компонента, доля которого значительно варьирует при  
разных концентрациях субстрата (см. рисунок, б). При 50 ммоль  
концентрации субстрата он практически отсутствует, при 10 ммоль -  
выявляется не во всех опытах и не превышает 14%, при 2.5 ммоль -  
составляет 18, 30 и 32% для крахмала, мальтозы и глюкозы соот-  
ветственно.

Близкие результаты получены при исследовании 1 ммоль концент-  
рации субстрата. Особо следует отметить, что наблюдаемые эффекты  
торможения являются температурно-зависимыми. Так, при понижении  
температуры инкубационной среды до 5 °С для тех же субстратов  
эффект оуабаина обнаружен только при исследовании глюкозы (при  
концентрации 2.5 ммоль интенсивность аккумуляции глюкозы сни-  
жается на 32%). При изучении аккумуляции глюкозы, образующейся  
при гидролизе 1 ммоль сахарозы (см. рисунок, в), больший эффект  
обнаружен также при 20 °С. Полученные данные показывают, что  
при высоких концентрациях субстрата транспорт сахаров осуществ-  
ляется посредством диффузии. При уменьшении концентрации субст-  
рата доля активного компонента увеличивается. Полученные данные  
свидетельствуют о том, что механизмы транспорта сахаров у рыб  
близки таковым у высших позвоночных животных, однако доля актив-  
ного компонента у рыб значительно ниже, что может быть обуслов-  
лено относительно меньшим количеством специализированных пере-  
носчиков, а также меньшей интенсивностью обмена ионов  $\text{Na}^+$  и  
энергезирующих механизмов.

Особого внимания заслуживает соотношение механизмов простой  
и облегченной диффузий. Поскольку влияние флоридзина на интенсив-  
ность аккумуляции глюкозы в слизистой значительно выше, чем эф-  
фекты оуабаина, блокирующего лишь  $\text{Na}^+$ -зависимый активный  
транспорт глюкозы, можно предположить, что различия в величине  
эффекта обусловлены наличием механизма облегченной диффузии.  
Преобладание у рыб механизмов простой и облегченной диффузий,

которые у высших позвоночных животных отчетливо выражены лишь на ранних этапах онтогенеза, может свидетельствовать о несовершенстве транспортных систем, связанном с эволюционным положением рыб. Вместе с тем можно предположить, что это обусловлено экологическими особенностями, в частности водным образом жизни рыб и пойкилотермностью, которые избавляют их от необходимости поддерживать высокий уровень обмена веществ.

Итак, приведенные материалы свидетельствуют как о значительной общности механизмов транспорта углеводов у рыб и других позвоночных животных, так и об особенностях, таких как меньшая интенсивность процессов аккумуляции, меньшая доля активного компонента транспорта, большая роль механизмов простой и облегченной диффузии, которые обусловлены эволюционным положением и экологией рыб.

### Л и т е р а т у р а

1. Н е в а л е н н ы й А.Н. Влияние флоридзина, строфантина К и фтористого натрия на интенсивность всасывания некоторых углеводов в кишечнике леща // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985. № 68.
2. Р о щ и н а Г.М. Особенности всасывания углеводов у некоторых видов костистых рыб // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. 1981. Т. 17, № 1.
3. У г о л е в А.М., И е з у и т о в а Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз // Исследование пищеварительного аппарата у человека. Л., 1969.
4. F e r r a r i s R.P., A h e a r n J.A. Sugar and amino acid transport in fish intestine // Comp. Biochem. Physiol. 1984. Vol. 77A, N 3.
5. S m i t h M.W. Membrane transport in fish intestine// Comp. Biochem. Physiol. 1983. Vol. 75A, N 3.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 574.5 (285.2) : 591

Н.Р. А р х и п о в а

### ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ЛИНЕЙНЫМИ РАЗМЕРАМИ И МАССОЙ ТЕЛА У НЕКОТОРЫХ ТУБИФИЦИД

При продукционном изучении олигохет из-за большого травматизма, возникающего в результате пресса хищников и в процессе сбора

полевого материала, существует необходимость определения восстановленных значений массы тела особей. В настоящей работе проанализированы соотношения между диаметром, длиной и массой тела червей тубифицидного сообщества, состоящего из 4 трудноразличимых в неполовозрелом состоянии видов: *Potamothrix hammoniensis* (Mich.), *P. bedoti* (Pig.), *Ilyodrilus templetoni* (South.) и *Tubifex tubifex* (Müll.). Получены зависимости между изучаемыми признаками для особей, находящихся на разных стадиях зрелости. Установлена степень близости между уравнениями регрессий.

Для исследования использован полевой материал, собранный в январе–ноябре 1974–1977 гг. на русловом биотопе серых илов в Волжском плёсе Рыбинского водохранилища, фиксированный 8%-м формалином и хранящийся в лаборатории не менее года. Диаметр ( $D$ ) VIII сегмента и длину ( $L$ ) червей измеряли под бинокляром МБС-2. Сырую формалиновую массу ( $W$ ) червей с пустыми кишечниками после минутного обсушивания на фильтровальной бумаге для удаления наружной влаги определяли путем индивидуального или группового взвешивания на торсионных весах ВТ-200 при температуре воздуха 18–20 °C. Все статистические расчеты выполнены на ЭВМ „МЕРА-КАМАК“ типа СМ-4.

Соотношение между линейными размерами и массой тела червей с достаточной для производственных исследований точностью аппроксимировалось степенной зависимостью  $y = ax^b$ . Показатели связи между признаками представлены в табл. 1 и 2, где порядковые номера обозначают номера соответствующих уравнений.

Проверка согласия между расчетным и гипотетическим коэффициентом регрессии (по: [5]) показала близость коэффициента  $b$  к 3 в уравнениях (2)–(4) зависимости  $W = aD^b$ . В уравнении (1) рассматриваемой зависимости, а также в уравнениях связи  $W = aL^b$  коэффициенты регрессии достоверно ( $p < 0.05$ ) отличаются от 3 и характеризуют отрицательную аллометрию роста, присущую другим водным олигохетам [1, 3, 4].

В результате сравнения уравнений прямолинейной регрессии в изученных размерных интервалах по степени близости остаточных дисперсий, угловых коэффициентов и свободных членов, согласно Г.Н. Зайцеву [2], установлено (табл. 3):

1. Для соотношения  $\ln W = \ln a + b \ln D$  уравнение (3) достоверно ( $p < 0.05$ ) отличается от уравнений (1) и (4).
2. Для соотношения  $\ln W = \ln a + b \ln L$  при незначительном различии остаточных дисперсий близки показатели связи в уравнениях (1) и (4), а уравнение (2) несущественно отличается от уравнений (3) и (4). Другие варианты попарного сравнения уравнений выявили достоверное различие их между собой ( $p < 0.05$ ).

Для каждой зависимости обнаружены специфические соотношения между исследуемыми признаками у червей на разных стадиях зрелости. Различия заметно возрастают по мере увеличения диаметра и длины тела. Так, для размерных интервалов, в которых возможна

Т а б л и ц а 1

Параметры уравнений зависимости массы тела (W) от его диаметра (D) у тубифидов на разных стадиях зрелости

№ уравнения	Стадия зрелости	n	lim D, мм	lim W, мг	$\alpha$	b	$S_{\alpha}$	$S_b$	$S_{y \cdot x}$	r
1	Неполовозрелые особи	251	0.125-0.650	0.01-4.90	6.078	2.676	0.885	0.114	0.490	0.83
2	С развитой половой системой	12	0.275-0.563	0.10-1.82	9.643	3.025	5.001	0.543	0.433	0.87
3	Половозрелые с по- ясками и яйцами	33	0.275-0.700	0.20-9.45	18.011	3.433	5.231	0.326	0.436	0.88
4	Все особи	296	0.125-0.700	0.01-9.45	8.750	2.936	1.042	0.097	0.496	0.87

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2: n - объем выборки, lim D, lim L и lim W - пределы изменения диаметра, длины и массы тела особей, а и b - показатели связи в уравнениях,  $S_{\alpha}$  и  $S_b$  - стандартные отклонения показателей связи в уравнениях,  $S_{y \cdot x}$  - стандартная ошибка оценивания в логарифмическом выражении [5], r - коэффициент корреляции между  $\ln(x)$  и  $\ln(y)$ .

Т а б л и ц а 2

Параметры уравнений зависимости массы тела (W) от его длины (L) у тубифидов на разных стадиях зрелости

№ уравнения	Стадия зрелости	n	lim L, мм	lim W, мг	$\alpha$	b	$S_{\alpha}$	$S_b$	$S_{y \cdot x}$	r
1	Неполовозрелые особи	251	2.5-23.3	0.01-4.90	0.005	1.954	0.001	0.094	0.530	0.80
2	С развитой половой системой	12	5.0-17.5	0.10-1.82	0.004	2.170	0.003	0.316	0.366	0.91
3	Половозрелые с по- ясками и яйцами	33	5.5-31.6	0.20-9.45	0.007	1.944	0.003	0.185	0.436	0.88
4	Все особи	296	2.5-31.6	0.01-9.45	0.003	2.118	0.001	0.076	0.529	0.85

Т а б л и ц а 3

Степень близости уравнений регрессий

Вид зависимости	№ уравнения	2	3	4
ln W = ln a + b ln D	1	1.283	1.263	0.976
		0.562	1.997	1.733
		0.910	4.155	1.037
	2		0.984	0.760
			0.644	0.142
			1.774	0.105
	3			0.772
				1.311
				3.003
ln W = ln a + b ln L	1	2.097	1.479	1.004
		0.468	0.042	1.355
		2.085	4.036	1.209
	2		0.705	0.479
			0.559	0.113
			0.624	1.470
	3			0.679
				0.744
				3.000

П р и м е ч а н и е. В каждой графе верхняя строка – критерий Фишера для остаточных дисперсий, средняя – критерий Стьюдента для коэффициентов регрессии, нижняя – критерий Стьюдента для величин свободных членов.

интерполяция, при диаметре 0.65 мм масса тела половозрелых особей с поясками и яйцами в яйцевых мешках больше, чем у неполовозрелых червей, на 113.8%, а при длине тела 23.3 мм – на 52.6%.

95%-е доверительные интервалы уравнений  $\Delta = t S_{y \cdot x}$  в значительной степени перекрываются, указывая на большую дисперсию признаков, которая может зависеть от ряда факторов: неравномерного сокращения тела червей при фиксации; ошибок, возникающих при определении массы тела (ошибки фиксации и взвешивания); сезонных различий в соотношении размеров и массы тела у одновозрастных особей; видоспецифичных соотношений признаков.

При ориентировочной оценке величины продукции рассматриваемого тубифицидного сообщества, не требующей детального знания биологии видов, вполне допустимо определение массы тела червей по полученным уравнениям регрессии. Выявление роли в трансформации органического вещества в водоеме конкретных видов сообщества, существенно отличающихся по своей биологии, может привести



к некоторому искажению результатов при определении массы тела по частным и общим уравнениям регрессии, рассчитанным для всего исследуемого сообщества видов.

## Л и т е р а т у р а

1. А р х и п о в а Н.Р. Особенности биологии и продукция *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. (Oligochaeta, Tubificidae) на серых илах Рыбинского водохранилища // Биология и систематика пресноводных беспозвоночных. Ярославль, 1976.
2. З а й ц е в Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1984.
3. К а м л ю к Л.В., К о в а л ь ч у к М.М. Некоторые данные о численности, росте и продукции *Stylaria lacustris* L. (Naididae, Oligochaeta) в литорали оз. Нарочь // Водные малощетинковые черви: Материалы Второго Всесоюз. симпозиума. Борок, 27-30 июня 1972 г. Ярославль, 1972.
4. П о д д у б н а я Т.Л. Динамика численности и продукция популяции *Isochaetides newaensis* (Mich.) (Oligochaeta) в Рыбинском водохранилище // Водные малощетинковые черви: Материалы Второго Всесоюз. симпозиума. Борок, 27-30 июня 1972 г. Ярославль, 1972.
5. (S a c h s L) З а к с Л. Статистическое оценивание. М., 1976.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 595.771

А.И. Ш и л о в а, Н.И. З е л е н ц о в

### К ФАУНЕ ХИРОНОМИД ОЗ. СЕВАН (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

В данной работе приводятся результаты обработки хирономид, собранных в районе оз. Севан в 1976 г. С.Г. Николаевым. Фаунистические материалы включали более 1000 имаго, 14 куколок и 27 личинок. Приготовлено около 500 постоянных препаратов имаго, 14 куколок и 27 личинок в жидкости Фора-Берлеза, хранящихся в коллекции хирономид лаборатории биологии и систематики водных организмов Института биологии внутренних вод АН СССР.

Впервые, еще в довоенные годы, изучением хирономид оз. Севан начал заниматься А.А. Черновский. Он выявил около 20 видов, из которых 3 были новыми для науки: *Tanytarsus sevanicus* Tshern., *Cryptochironomus armeniacus* Tshern.

и *C. fridmanae* Tshern. [4]. Статус последнего вида нуждается в уточнении. К сожалению, список видов им не опубликован.

Сведения о видовом составе хирономид приводятся в работах по бентосу, биологии хирономид и таксономии рода *Chironomus* [1-3,5]. Наиболее полный список, включающий 18 видов и форм [5], по-видимому, приведен с учетом материалов, определенных А.А. Черновским.

Нами выявлено 40 видов, уточнен таксономический статус некоторых определенных ранее другими специалистами [2-5] видов, выделен новый для науки вид – *Chironomus markosjani* Shil. [6].

В настоящее время с учетом всех упомянутых работ в фауне хирономид оз. Севан насчитывается 44 вида. Из них 2 (*Ch. markosjani* Shil. и *Tanytarsus sevanicus* Tshern.) известны только из этого озера, 5 видов (*Thienemannimyia vitellina* K., *Heleniella ornaticollis* Edw., *Limnophies exiguus* (G.), *Metriocnemus tristellus* Edw. и *Smittia foliacea* (K.)) впервые указываются для фауны Советского Союза, 17 (подчеркнуты в списке) – впервые для оз. Севан. К массовым относятся 14 видов (отмечены в списке звездочкой).

#### TANYPODINAE

1. *Procladius* sp. Многочисленные самцы с конца августа по 1 октября собраны в центральной части озера, Лчашенской и Артанишской бухтах. По-видимому, этот вид идентичен указанному ранее как *P. zernyi* G. [4]. В пользу этого свидетельствует массовое развитие того и другого, сходное распределение по всему озеру, а также то обстоятельство, что в сборах 1976 г. и более ранних род представлен только одним видом. Однако определение севанского вида как *P. zernyi* ошибочно, так как последний значительно меньше *Procladius* sp. и с голой передней лапкой.
2. *Macropelopia nebulosa* (Mg.). Несколько личинок и 5 куколок собраны в ручье у озера в марте, 8 ♂♂ 11 IX у этого же ручья; 1 ♂ 20 IX, Лчашенская бухта.
3. *Thienemannimyia vitellina* K. 1 ♂ 11 IX на берегу ручья у озера. Для фауны СССР указывается впервые.

#### DIAMESINAE

4. *Diamesa pseudostylata* Tshern. 2 куколки, 9 личинок, в марте. Ручей близ оз. Севан.

#### PRODIAMESINAE

5. *Prodiamesa olivacea*\* (Mg.). Массовый вылет 11 IX. Ручей близ оз. Севан.

#### ORTHOCLADIINAE

6. *Acricotopus lucens*\* (Zett.). Массовый вылет 21 IV. Рыбозавод № 5 близ оз. Севан.

7. Brillia modesta Mg. 1 ♂ 11 IX, Малый Севан, Лчашенская бухта.
8. Cricotopus (Cricotopus) bicinctus (Mg.). 2 ♂♂ 11 IX, Малый Севан, Лчашенская бухта.
9. C. (Isocladus) intersectus\* (Staeg.). Многочисленные самцы 18 IX–2 X, Малый Севан, Лчашенская бухта.
10. C. (I) ornatus (Mg.) 4 куколки, 3 личинки 2 X, Малый Севан, Лчашенская бухта, обрастания на камнях.
11. C. (I.) sylvestris\* (Fabr.). Массовый вылет конец августа–начало октября, Артанишская и Лчашенская бухты.
12. C. (I.) trifasciatus (Mg.). 7 ♂♂ 1 ♀ 1 X, Малый Севан, центральная часть озера.
13. Chaetocladius perennis (Mg.). 1 ♂ 11 IX, Малый Севан, Лчашенская бухта.
14. Eukiefferiella calvescens (Edw.) 1 ♂ 11 IX, ручей близ оз. Севан.
15. Heleniella ornaticollis (Edw.). 3 ♂♂ 11 IX, там же. Для фауны СССР указывается впервые.
16. Limnophyes exiguus (G.). 3 ♂♂ 11–18 IX, Малый Севан, Лчашенская бухта. Для фауны СССР указывается впервые.
17. Metriocnemus hygropetricus (K.). 1 ♂ 2 X, там же.
18. M. tristellus\* Edw. Массовый вылет 11 IX, там же. Для фауны СССР указывается впервые.
19. Microcricotopus bicolor (Zett.). 1 ♂ 18 IX, там же.
20. Orthocladus (Orthocladus) sp. a. (по: [7]) 1 ♂ 11 IX, там же.
21. Paraphenocladus impensus (Walk.). 4 ♂♂ 11 IX, там же.
22. Smittia sp. 1 ♂ 11 IX, Малый Севан, Лчашенская бухта, канал.
23. S. foliaceae (K.). 3 ♂♂ 2 IX, там же. Для фауны СССР указывается впервые.

#### CHIRONOMINAE

24. Camptochironomus tentans\* (Fabr.). Многочисленные самцы 30 VIII, Артанишская бухта. Ранее для оз. Севан указан как Chironomus plumosus [5].
25. Chironomus markosjani\* Shil. Многочисленные самцы с конца августа по 1 октября, Малый Севан, Лчашенская бухта. Личинки этого вида указаны для озера как Ch. f. larvalis bathophilus K. [1–3, 5, 6].
26. Ch. plumosus\* (L.). Многочисленные самцы с конца августа по 20 IX, Лчашенская бухта. Ранее для оз. Севан указан как Camptochironomus tentans [5].
27. Ch. piger Str. 2 ♂♂ 5 VII, бетонированный бассейн в саду у оз. Севан.
28. Chironomus sp. – 10 личинок, 4 – куколки ♀, 4 экзuvia куколки ♀, конец марта–начало апреля, ручей.

29. Cryptochironomus redekei\* (Krus.). Массовый вылет с конца августа до середины сентября, Малый Севан, Лчашенская бухта и центральная часть озера.
30. C. rostratus K. 3 ♂♂ 30 VIII, 20 IX, Артанишская и Лчашенская бухты.
31. Cryptocladopelma edwardsi Krus. 2 ♂♂, 4 личинки 18 IX, Малый Севан, Лчашенская бухта. Ранее указан как Cryptochironomus armeniacus Tshern. [4, 5].
32. Cryptotendipes\* sp. 2 ♂♂ 30-31 VIII, массовый вылет 18 VIII, там же.
33. Glyptotendipes barbipes\* (Staeg.). Массовый вылет с конца марта до начала апреля. Озерки близ оз. Севан.
34. Polypedilum apfelbecki\* (Strobl.). Массовый вылет 11 IX, ручей близ оз. Севан.
35. P. scalaenum Schr. 2 ♂♂ 18 IX, Малый Севан, Лчашенская бухта.

#### TANYTARSINI

36. Cladotanytarsus atridorsum K. 2 ♂♂ 30 VIII; 4 ♂♂ 31 VIII; 2 ♂♂ 18 IX, Лчашенская и Артанишская бухты, центральная часть озера.
37. Lauterbornia coracina K. 7 ♂♂, 4 личинки, 2 куколки, март, ручей близ оз. Севан.
38. Micropsectra atrofasciata K. 5 ♂♂ 11 IX, Малый Севан.
39. Paratanytarsus natvigi\* (G.). Массовый вылет 30 VIII-18 IX, Артанишская и Лчашенская бухты. 5 ♂♂ 1, 2 X, Малый Севан, центральная часть озера.
40. Tanytarsus sevanicus\* Tshern. Массовый вылет 30 VIII, 1 X, Артанишская бухта и центральная часть озера.

#### Л и т е р а т у р а

1. П а н к р а т о в а В.Я., Ч у б а р е в а Л.А., П е т р о в а Н.А. К систематике видов рода *Chironomus* (Chironomidae) озера Севан // Новые данные по кариосистематике двукрылых насекомых. Л., 1980.
2. Ф р и д м а н Г.М. Бентос прибрежной зоны озера Севан // Тр. Севан. гидробиол. станции. Ереван, 1948. Т. 10.
3. Ф р и д м а н Г.М. Донная фауна озера Севан // Тр. Севан. гидробиол. станции. Ереван, 1950. Т. 11.
4. Ч е р н о в с к и й А.А. Определитель личинок комаров семейства Tendipedidae. М.; Л., 1949. Т. 31.
5. Ш а р о н о в И.В. Личинки тендипедид озера Севан // Тр. Севан. гидробиол. станции. Ереван, 1951. Т. 12.
6. Ш и л о в а А.И. Новый вид рода *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) из озера Севан // Зоол. журн. 1983. Т. 62, вып. 2.

7. P i n d e r L.C.V. A key to adult males of the British Chironomidae (Diptera) // Freshwater Biol. Assoc. Sci. Publ. 1978. Vol. 1, 2, N 37.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

УДК 595.771

Е.А. Мака р ч е н к о

ДВА НОВЫХ ВИДА DIAMESA MG.  
(DIPTERA, CHIRONOMIDAE)  
ИЗ ВОСТОЧНОЙ ПАЛЕАРКТИКИ

В описаниях приняты терминологии и сокращения по А.И. Шиловой [2], Сэзеру [3] и Е.А. Мака р ч е н к о [1]. Голотипы хранятся в коллекциях Биолого-почвенного института ДВНЦ АН СССР (г. Владивосток).

Diamesa dactyloidea Makartshenko, sp. n.

М а т е р и а л. Голотип: самец, Приморский кр., Партизанский р-н, р. Фроловка (бас. р. Партизанская), среднее течение, на снегу у промоины, 12 III 1985 (Е. Мака р ч е н к о). П а р а т и п ы: самец, о-в Сахалин, Долинский р-н, окрестности пос. Сокол, р. Белая, верхнее течение, 16 X 1986 (Е. Мака р ч е н к о).

Имаго самец ( $n = 2$ ) темно-коричневый (жидкость Удеманса), длина тела 5 мм;  $TL/WL = 1.1-1.2$ . Глаза покрыты короткими щетинками, выступающими за фасетки. Преокулярных щетинок головы 3-4, вертикальных - 16-20, посторбитальных - 10-13, клипепальных - 7-8. Антенна 14-члениковая, с султанами длинных (580-830 мкм) щетинок, длина субаликальной щетинки 46.2 мкм,  $AR = 1.36-1.7$ . Максиллярный щупик коричневый, длина его члеников 109-133, 166-170, 174-175, 232-248 мкм;  $PL/HW = 0.9$ . Доли переднеспинки латерально с 9-12 щетинками;  $Ds = 10-13$ ,  $P\alpha = 5-10$ ; на щитке 28 щетинок. Крылья сероватые с микротрихиями, анальная лопасть хорошо развита, чешуйка с 41 щетинкой (69-132 мкм), расположенными в 1-3 ряда. Длина крыла 3.5-4.3 мм. На  $R$  и  $R_1$  36-38 макротрихий, на  $R_{4+5}$  - 3-5 (расположены на вершине жилки). Ноги коричневые, темно-коричневые;  $BR_{PI-PIII} = 2.3-3.7$ ,  $LR_{PI} = 0.66$ ,  $LR_{PII} = 0.47$ ,  $LR_{PIII} = 0.62$ ,  $SV_{PI} = 2.65-2.72$ ,  $SV_{PII} = 4.2-4.3$ ,  $SV_{PIII} = 3.1$ ,  $BV_{PI} = 3.38-3.84$ ,  $BV_{PII} = 4.23-4.35$ ,  $BV_{PIII} = 3.9-4.1$ . На  $t_1$  - 1 шпора (73-79 мкм), на  $t_2$  - 2 шпоры (53-63 и 50-53 мкм), на  $t_3$  - 2 шпоры (53-56 и 83-89 мкм) и гребень из 16-17 игловидных щетинок. Пульвиллы в виде маленьких шпиков. Коготок оканчивается 6-9 зубчиками.

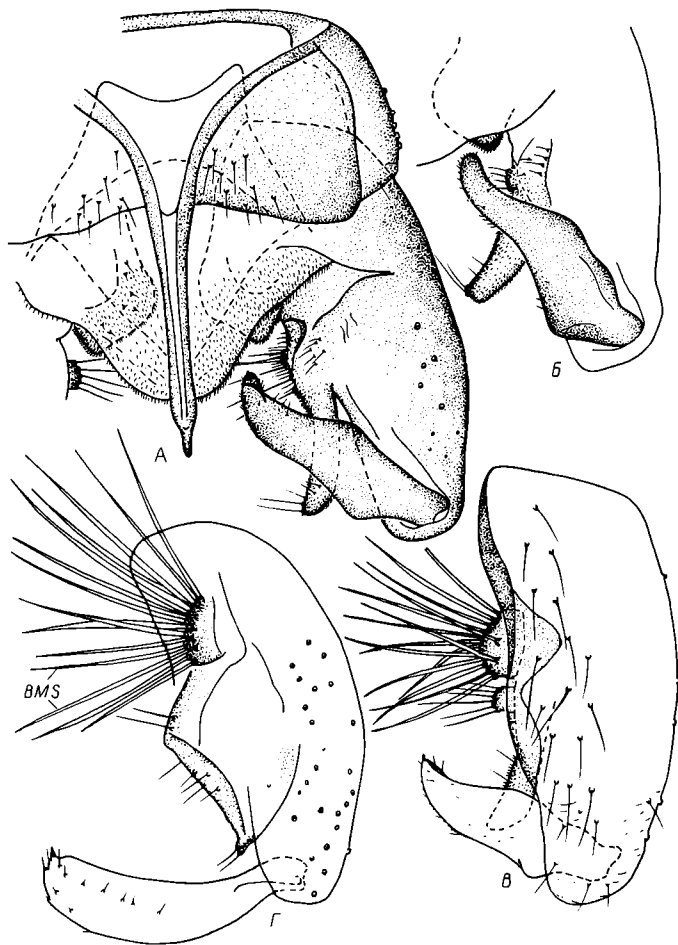


Рис. 1. Гениталии самцов *Diamesa dactyloidea* (А-Б) и *Diamesa corrupta* (Г).

А - общий вид, дорсально; Б - фрагмент гениталий с прижатым к гонококситу гоностилем, дорсально; В-Г - фрагменты гениталий, вентрально.

Г е н и т а л и и: IX тергит с 12-13 короткими щетинками (с одной стороны от анального отростка), IX латеростернит - с 4-10. Анальный отросток длинный (260.7 мкм), его дистальный конец заужен (рис. 1,А). Придаток гонококсита пальцевидный, немного не достигает вершины гонококсита, по внутреннему краю субапикально с 2 длинными (46-53 мкм) и несколькими более короткими (26-33 мкм) щетинками, базально - с 5-7 длинными (66-76 мкм) щетинками, расположенными на бугорке (рис. 1,А-Б).

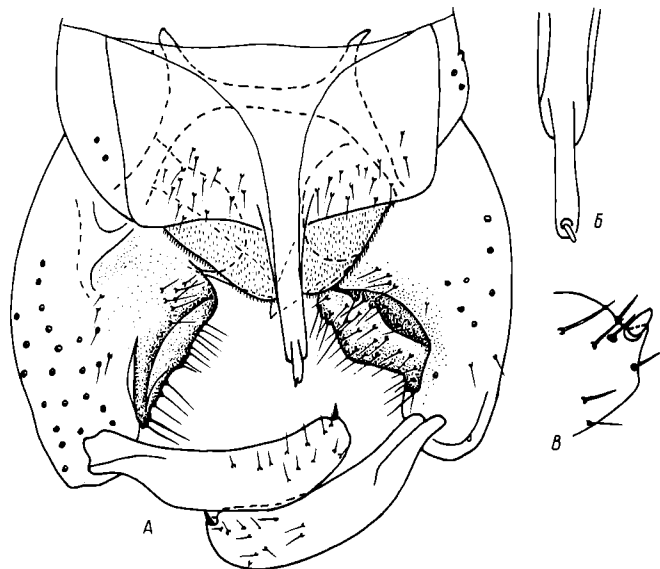


Рис. 2. Гениталии самца *Diamesa corrupta*.

А — общий вид, дорсально; Б — дистальный конец анального отростка; В — вершина гоностилия. BMS — базимедиальные щетинки.

Вентрально гонококсит с группой из 12–16 желтых длинных (132–139 мкм) базимедиальных щетинок (рис. 1, В). Латеральные эндомеры почти прямоугольной формы; густо покрыты макротрихиями, редко — короткими щетинками. Гоностиль (когда прижат к гонококситу) немного изогнут, широкий в базальных двух третях и узкий в дистальной трети (рис. 1, Б). В отогнутом положении гоностиль по внутреннему краю в середине и внешнему в базальной трети расширен; оканчивается терминальным шипом, рядом с которым имеется небольшой гребень;  $HR = 1.8$ .

Самка и преимагинальные стадии неизвестны.

**З а м е ч а н и я.** *D. dactyloidea* sp. n. относится к группе *insignipes*; очень близок палеарктическим видам *D. vailanti* Ser.-Tos., *D. zernyi* Edw., *D. vernalis* Makar., *D. tsucuba* Sasa и к неарктическому виду *D. mendotae* Muttk. Новый вид хорошо отличается от перечисленных выше пальцевидным придатком гонококсита.

**Э т и м о л о г и я.** Вид назван по форме придатка гонококсита *dactyloidea* (греч.) — пальцевидный.

**Р а с п р о с т р а н е н и е.** Дальний Восток: Южное Приморье о-в Сахалин.

*Diamesa corrupta* Makartshenko, sp. n.

**М а т е р и а л.** Голотип: самец, р. Верхняя Ангара, с. Падун, 19 IV 1930 (Чекановский).

Имаго самец темно-коричневый, длина тела 5.2 мм;  $TL/WL = 1.2$ . Глаза покрыты короткими щетинками. Преокулярных щетинок головы 5, корональных - 4, вертикальных - 17, посторбитальных - 11, клипеальных - 12. Антенна 14-члениковая с султанами хорошо развитых щетинок, длина субапикальной щетинки 46.2 мкм,  $AR = 2.2$ . Максиллярный щупик коричневый, длина его члеников 122, 201, 191, 238 мкм;  $PL/NW = 0.9$ . Доли переднеспинки латерально с 11 короткими щетинками;  $Ds = 14$ ,  $R\alpha = 10-11$ ; на щитке 33 щетинки. Длина крыла 5.98 мм. На  $R$  и  $R_1$  36 макротрихий, на  $R_{4+5} = 12$ .  $RM$  в 2.8 раза длиннее  $MCu$ . Анальная лопасть хорошо развита, немного выдается вперед. Ноги темно-коричневые;  $BR_{PI-PIII} = 2.6-4.8$ ,  $LR_{PI} = 0.66$ ,  $LR_{PII} = 0.48$ ,  $LR_{PIII} = 0.64$ ,  $SV_{PI} = 2.74$ ,  $SV_{PII} = 4.42$ ,  $SV_{PIII} = 3.13$ ,  $BV_{PI} = 3.26$ ,  $BV_{PII} = 3.81$ ,  $BV_{PIII} = 3.38$ . На  $t_1$  - 1 шпора (99 мкм), на  $t_2$  - 2 шпоры (72.6 и 66 мкм), на  $t_3$  - 2 шпоры (105.6 и 72.6 мкм) и гребень из 22 игловидных щетинок. Коготок оканчивается 12 зубчиками.

Г е н и т а л и и: IX тергит с 14 короткими щетинками, IX латеростернит - с 7-9 (рис. 2, А). Анальный отросток длинный (165 мкм), его дистальный конец заужен, с маленькой палочковидной щетинкой (рис. 2, Б). Придаток гонококсит массивный, широкий и высокий, занимает большую часть гонококсита, по внутреннему краю с многочисленными короткими и длинными щетинками (рис. 1, Г; 2, А). Вентрально гонококсит с группой из 18 коричневато-желтых длинных (224-231 мкм) базимедиальных щетинок (рис. 1, Г). Гоностиль немного изогнут, равномерно покрыт короткими щетинками, по всей длине примерно одной толщины, оканчивается крупным терминальным шипом и небольшим зубцом (рис. 2, В). Латеральные эндомеры округлые, густо покрыты макротрихиями, редко - короткими щетинками;  $HR = 2.8$ .

Самка и преимагинальные стадии неизвестны.

З а м е ч а н и я. *D. corrupta* sp. n., также как и предыдущий вид, относится к группе *insignipes*, хорошо узнается по крупному и высокому придатку гонококсита. Единственный экземпляр нового вида был наколот коллектором на минуцию, затем автором переведен в жидкость Улемана и заключен в постоянный препарат.

Э т и м о л о г и я: *corrupta* (лат.) - плохо сохранившийся.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Известен только из типового местообитания - р. Верхняя Ангара (бассейн р. Енисей).

## Л и т е р а т у р а

1. Макаrenchенко Е.А. Хируномиды Дальнего Востока СССР. Подсемейства *Podonominae*, *Diamesinae* и *Prodiamesinae* (Diptera, Chironomidae). Владивосток, 1985.



2. Ш и л о в а А.И. Хирономиды Рыбинского водохранилища. Л., 1976.
3. S a e t h e r O.A. Glossary of chironomid morphology terminology (Diptera, Chironomidae) // Entomol. scand. 1980. Suppl. 14.

Биолого-почвенный институт  
ДВНЦ АН СССР

---

УДК 595.771 : 576.312.37 : 575.6

И.И. К и к н а д з е, Л.П. Г р е б е н ю к,  
М.А. Ф и л и п п о в а, И.Е. К е р к и с

### КАРИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИДОВ ХИРОНОМИД ЦИТОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА PSEUDOTHUMMI ИЗ ВОДОЕМОВ СССР

Изучение кариотипов хирономид сыграло большую роль в точной идентификации многих видов (особенно видов-двойников) и в установлении филогенетических связей между видами [2]. К настоящему времени наиболее полно изучены кариотипы видов в роде *Chironomus*. Согласно Кайлу [2], виды этого рода можно сгруппировать в 8 цитологических комплексов на основании сочетания хромосомных плеч в их кариотипах. Наиболее многочисленными являются цитоконплексы *thummi* (сочетание плеч AB, CD, EF, G) и *pseudothummi* (сочетание плеч AE, CD, BF, G). Виды комплекса *pseudothummi* широко распространены и встречаются на всех континентах мира, виды комплекса *thummi* — более или менее ограничены северным полушарием [2, 5]. Среди видов хирономид, обитающих на территории СССР и изученных кариологически, подавляющее большинство принадлежит к комплексу *thummi* [1]. На основании этого было высказано предположение, что комбинация хромосомных плеч AB, CD, EF и G имеет определенные селективные преимущества к природным условиям СССР. Однако расширение кариологических исследований хирономид СССР показало, что виды комплекса *pseudothummi*, по-видимому, были просто менее изучены, чем виды комплекса *thummi*. На самом деле они достаточно широко представлены в фауне хирономид СССР. Подтверждением этому служат данные настоящей статьи.

Были изучены кариотипы 8 видов рода *Chironomus*, относящихся к цитологическому комплексу *pseudothummi*.

	Число исследованных личинок	Место сбора
<i>Ch. pseudothummi</i>	48	Новосибирская обл., мелкие водоемы Академгородка, р. Иня; Ярославская обл., р. Латка
<i>Ch. melanescens</i>	119	Рязанская обл., заливные пруды
<i>Ch. luridus</i>	51	Ярославская обл., р. Латка
<i>Ch. uliginosus</i>	4	То же
<i>Ch. dorsalis</i>	2	" "
<i>Chironomus</i> sp.n. N 1	8	" "
<i>Ch. aprilinus</i>	12	Таджикская ССР, Курган-Тюбинская обл., озера Джеликуль, Гуликовское, Тухлое, Халкогуль
<i>Chironomus</i> sp.n. N2	15	Приморский край, озера

Личинки *Ch. aprilinus* были предоставлены нам Н.А. Шобановым, личинки *Chironomus* sp. N 2 — О.Е. Лопатиным, за что авторы приносят им глубокую благодарность.

Для кариологического анализа личинки целиком фиксировались в смеси спирта и уксусной кислоты (3:1). Давленные препараты слюнных желез изготовлялись по обычной методике.

*Ch. pseudothummi* Str. Кариотип полностью совпадает с описанием Кайла [2, 4]. Хромосомный полиморфизм не обнаружен в крупных хромосомах, но маленькая хромосома G в сибирской популяции характеризуется высоким уровнем полиморфизма. Половина исследованных личинок имела гетерозиготное плечо G 12. Последовательность дисков psth G1 в европейских и сибирской популяциях совпадает, psth G2 обнаружена в сибирской популяции и характеризуется инверсией в центральной части плеча G, содержащей 2 кольца Бальбиани (КБ).

*Ch. melanescens* Str. Кариотип идентичен ранним описаниям [2, 6]. Хромосомный полиморфизм обнаружен в плечах A, C и G. Последовательность дисков mel A1, mel A2, mel C1 и mel C2 сходна с таковой в западноевропейских популяциях [5] и в исследованной нами популяции, но частота встречаемости некоторых из них различна. Так, в рязанской популяции обе гомозиготные последовательности mel C11 и mel C22 встречаются с высокой частотой (33 и 22% соответственно), в швейцарской же преимущественно встречается mel C11 (55%). Гетерозиготы mel C12 найдены у 44-45% в обеих популяциях. Для рязанской попу-

лящий характерен высокий полиморфизм плеча *mel G*. Последовательность *mel G1* найдена в гомозиготе (46%), *mel G2* и *mel G3* – только в гетерозиготе (*mel G12* – 49%, *mel G13* – 5%).

*Ch. luridus* Str. Кариотип идентичен описанию Кайла [2,4]. В популяции наблюдается высокий полиморфизм в плече F. Найдены все типы гетерозигот: I/II, I/IIa, II/IIa, II/III. В отличие от немецкой популяции обнаружены с высокой частотой гетерозиготы в плечах B, C и E. Плечо F несет КБ, как и плечо G.

*Ch. uliginosus* Keyl. Кариотип идентичен описанию Кайла [2, 3, 6]. Хромосомный полиморфизм не обнаружен. Плечо G очень сходно с таковым у *Ch. pseudothummi* (последовательность *psth G2*). Плечо F имеет КБ, так же как и плечо G.

*Ch. dorsalis* Mg. Кариотип идентичен описанию Кайла [2, 4].

*Ch. aprilius* Mg. Кариотип идентичен описанию Кайла [2, 4]. Обнаружены две последовательности дисков в плече G – *ap G1* и *ap G2*. Вторая последовательность встречается лишь в гетерозиготном состоянии.

*Chironomus* sp. n. N1. Особенности морфологии личинок, куколок, имаго, равно как и особенности структуры кариотипа, дают основание говорить о новом виде рода *Chironomus*. По сочетанию плеч AE, CD, BF, G вид относится к комплексу *pseudothummi*. Последовательность дисков в плече A совпадает с таковой у *Ch. holomelas* (A11). Вторая последовательность *sp1 A2* отличается простой инверсией и встречается лишь в гетерозиготе. Последовательность дисков в плечах E и F отличается от известной последовательности этих плеч у других видов.

		a-f			d-g		i-g				c-a						
sp1	E	1	7	8	9	10	2	1	6	5	4	3	10	11	12	13	
sp1	F	1	13	12	11	14	15	10	9	8	7	6	5	4	3	2	17-23

В плече F развивается ядрышко (или крупное КБ). Плечо G имеет ядрышко и 2 КБ, расположенные в непосредственной близости друг от друга.

*Chironomus* sp.n. N2. Кариотип отличается от всех ранее описанных для рода *Chironomus* по рисунку дисков в плечах A, B, C, D, G. Плечо E совпадает с таковым у *Ch. piger*. Последовательность дисков в плечах A и F следующая:

sp2 A	1	14	13	4	5	6	7	8	9	2	10	11	14	3	15-19	
sp2 F	1	2	15	14	13	12	11	10	3	4	5	6	7	8	9	16-23

Плечо F имеет ядрышко (или крупное КБ). В плече G ядрышко расположено на центрoмерном конце, 3 КБ – в середине плеча. Наблюдается высокий уровень полиморфизма в плечах A и B.

Таким образом, изложенный выше материал показывает, что основные виды цитологического комплекса *pseudothummi*, описанные ранее для Западной Европы, представлены и в фауне хирономид СССР.

1. Б е л я н и н а С.И. Кариологический анализ хирономид (Chironomidae, Diptera) фауны СССР: Дис. ... докт. биол. наук. М., 1983. (Ин-т эволюц. морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова).
2. К е у л H.G. Chromosomenevolution bei Chironomus. II. Chromosomenumbauten und phylogenetische Beziehungen der Arten // Chromosoma. 1962. Vol. 13.
3. К е у л H.G. Die cytologische Diagnostik der Chironomiden. II. Diagnosen der Geschwisterarten Chironomus acidophilus n. sp. und Ch. uliginosus n. sp. // Arch. Hydrobiol. 1960. Bd 57.
4. К е у л H.G., К е у л I. Die cytologische Diagnostik der Chironomiden. I. Bestimmungstabelle für Gattung Chironomus auf Grund der Speicheldrüsen-Chromosomen // Arch. Hydrobiol. 1959. Bd 56.
5. W ü l k e r W. Basic patterns in the chromosome evolution of the genus Chironomus (Diptera) // Ztschr. Zool. syst. Evolutionsforsch. 1980. Bd 18.
6. W ü l k e r W., R y s e r H.M., S c h o l l A. Revision der Gattung Chironomus Meigen (Diptera). VI. C. holomelas Keil, C. saxatilis n. sp., C. melanescens Keyl // Rev. suisse zool. 1981. Vol. 88.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 574.55(285.2)

Г.Х. Щ е р б и н а

ПРОДУКЦИЯ SERGENTIA CORACINA (ZETT.)  
ОЗ. ВИШТЫНЕЦКОГО (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

Личинки *Sergentia coracina* — основные обитатели донных сообществ профундали глубоководных озер [3, 5, 7, 10–12], а в некоторых водоемах [11] на глубине более 15 м зообентос представлен только личинками данного вида. В связи с этим изучение продукционных закономерностей популяции *S. coracina* позволит более точно оценить естественную кормовую базу профундали глубоководных водоемов.

Оз. Виштынецкое — самый крупный (16.6 км<sup>2</sup>) и глубоководный (максимальная глубина 52 м) водоем Калининградской области. Озеро слабопроточное, в него впадают 2 небольшие речки и 12 ручь-

ев и вытекает только р. Писса. Литораль развита слабо (14,5% от общей площади), на профундаль приходится около 78%. Средняя летняя температура поверхностного слоя воды – 16–17 °С, придонного – 7–10 °С. Содержание растворенного в воде кислорода за период исследований колебалось от 10–16 (на поверхности) до 1–2 мг/л (на глубине более 35 м в сентябре). Озеро относится к олиготрофным водоемам с некоторыми чертами мезотрофии. Профундаль его представлена одним биотопом мелкоалевритовых илов. Более подробная характеристика озера дана Н.К. Алексеевым с соавторами [1].

В профундали оз. Виштынецкого выявлено 22 вида хирономид. Около 40% численности и 60% их биомассы приходится на долю личинок *S. coracina*.

Материалом для настоящего сообщения послужили сборы макрозообентоса в профундали оз. Виштынецкого в период с апреля по ноябрь 1982 г. Отбор проб осуществляли модифицированным дночерпателем Экмана–Берджа (площадь 0,025 м<sup>2</sup>) на 3 постоянных станциях, расположенных на глубине 16,26 и 33 м. Пробы собирали 2–3 раза в месяц по четыре выемки на каждой станции. Фиксацию и камеральную обработку собранного материала проводили по общепринятой методике [4]. Всего собрано и обработано более 270 проб зообентоса. Для идентификации отдельных стадий развития использовали выведение комаров из личинок 1У возраста. С целью установления сроков вылета проводили сборы имаго посредством облова роев и с поверхности воды.

Расчет продукции вели по методу, основанному на приростах массы [9]. Просуммировав продукцию за счет прироста с начальной биомассой ( $B_0$ ), получали общую продукцию популяции [6]. За начальную биомассу принимали момент массового появления в составе зообентоса личинок младшего возраста. Таким образом, величину продукции личинок *S. coracina* определяли с момента их появления в составе зообентоса до достижения состояния предкуколки (зрелая личинка 1У возраста со вздутыми грудными сегментами). После определения величины продукции рассчитали  $P/V$ –коэффициенты:  $P/V_{\text{макс}}$  – отношение продукции одного поколения к его разовой максимальной биомассе,  $P/\bar{B}$  – отношение продукции одного поколения к его средневзвешенной биомассе, которую находили по формуле

$$\bar{B} = \frac{\sum B_i \cdot D_i}{\sum D_i},$$

где  $B_i$  – средняя биомасса за период наблюдений,  $D_i$  – длительность периода наблюдений, сут.

В оз. Виштынецком популяция *S. coracina* моноциклична, с прерывистым вылетом. Лёт имаго начинался в начале сентября и длился до середины октября. При достижении температуры воды 7–8 °С и воздуха 2–4 °С вылет прекращался. Таким образом, осенний лёт комаров длился около 1,5 мес. В течение этого времени

метаморфоз завершала только часть популяции (около 30%), оставшиеся на зимовку особи находились в состоянии предкуколки. В этот период наряду с предкуколками в дночерпательных пробах в небольших количествах встречались молодые личинки II и III возрастов – потомство особей, вылетевших осенью. Следует также отметить, что если молодые личинки в течение подледного периода находились в зоне профундали, то зрелые личинки IV возраста постепенно мигрировали в прибрежные участки озера и уже в феврале в массе (700–800 экз./м<sup>2</sup>) встречались на песке на глубине 1.5–3 м. Сразу после вскрытия озера происходил дружный вылет имаго, длительностью не более 2 нед. Аналогичный прерывистый вылет имаго *S. coracina* отмечен в озерах Карелии [3, 5] и оз. Ужин (Новгородская обл.) [7]. Другие исследователи [10, 12] указывают на существование только одного весеннего вылета, при этом в высокогорном оз. Тити [12] популяция *S. coracina* дает одну генерацию за 2 года.

В конце апреля–начале мая в профундали оз. Виштынецкого встречались только личинки III и частично IV возрастов. Молодые личинки II возраста (потомство весеннего вылета) появлялись в конце мая в сублиторали, к середине июня в профундали они достигали максимальной численности (880–1840 экз./м<sup>2</sup>) при средней индивидуальной массе 0.151 мг. В этот период личинки от особей осеннего вылета имели среднюю индивидуальную массу 2.640 мг. В оз. Виштынецком наблюдались четко выраженные возрастные миграции личинок *S. coracina*, что легко проследить на материалах, собранных 19 июня 1982 г. Так, на ст. 1 (глубина около 16 м) численность личинок II возраста составила 1840 экз./м<sup>2</sup> при средней индивидуальной массе 0.108 мг, на ст. 2 (26 м) – соответственно 1440 экз./м<sup>2</sup> и 0.173 мг, на ст. 3 (33 м) – 880 экз./м<sup>2</sup> и 0.200 мг соответственно. В оз. Матамэк [10] и оз. Тити [12] кроме аналогичных горизонтальных миграций отмечены вертикальные миграции личинок в толщу воды.

Так как в оз. Виштынецком потомство личинок осеннего и весеннего вылетов имело различную индивидуальную массу, определение величины продукции *S. coracina* вели раздельно (см. таблицу).

Просуммировав продукцию за счет прироста с начальной биомассой, получили общую продукцию для личинок осеннего вылета – 2.485 г/м<sup>2</sup>, весеннего – 5.290 г/м<sup>2</sup> сырой массы. Суммарная продукция всей популяции составила 7.775 г/м<sup>2</sup>. Максимальная разовая биомасса (5.327 г/м<sup>2</sup>) отмечена в сентябре, средняя за период наблюдений составила 2.697 г/м<sup>2</sup>. Отсюда  $P/\bar{V} = 1.5$ ,  $P/\bar{V}^{\text{макс}} = 2.9$ . Сухая масса личинок составила 13.6% от сырой.

Ранее продукция популяции *S. coracina* была определена аналогичным методом в оз. Кривом (Северная Карелия) [2]. Хотя величина годовой продукции (на единицу площади) в оз. Виштынецком в 5 раз больше, чем в оз. Кривом,  $P/\bar{V}$ -коэффициент за вегетационный сезон в обоих водоемах равен 2.9. В обоих озерах *S. coracina* моноциклична с прерывистым вылетом, хотя сум-

Расчет продукции *Sergentia coracina*  
в оз. Виштынецком по приростам массы

Дата	N, экз./м <sup>2</sup>	B, г/м <sup>2</sup>	$\bar{W}$ , мг	$\bar{N}$ , экз./м <sup>2</sup>	$\Delta W$ , мг	$P = \bar{N} \cdot \Delta W$ , г/м <sup>2</sup>
Потомство осеннего вылета $B_0 = 0.629$						
23 IV	413	0.629	1.523	428	0.274	0.117
8 V	443	0.796	1.797	400	0.337	0.135
25 V	357	0.762	2.134	380	0.505	0.192
11 VI	403	1.063	2.639	412	0.401	0.165
26 VI	420	1.277	3.040	370	0.898	0.338
6 VII	320	1.260	3.938	363	1.017	0.369
25 VII	407	2.017	4.955	337	0.139	0.047
10 VIII	267	1.360	5.094	247	0.838	0.207
25 VIII	227	1.347	5.932	254	0.413	0.105
10 IX	280	1.777	6.345	233	0.799	0.186
25 IX	187	1.336	7.144			$\Sigma 1.856$
Потомство весеннего вылета $B_0 = 0.215$						
11 VI	1427	0.215	0.151	1227	0.149	0.183
26 VI	1027	0.308	0.300	974	0.874	0.851
6 VII	920	1.080	1.174	893	0.425	0.380
25 VII	867	1.387	1.599	787	1.079	0.849
10 VIII	707	1.893	2.687	774	0.441	0.341
25 VIII	840	2.620	3.119	820	1.319	1.082
15 IX	800	3.550	4.438	690	0.476	0.328
15 X	580	2.850	4.914	524	2.024	1.061
18 XI	467	3.240	6.938			$\Sigma 5.075$

П р и м е ч а н и е. N - численность, B - биомасса,  $\bar{W}$  - средняя индивидуальная масса,  $\bar{N}$  - средняя численность между двумя периодами наблюдений, P - продукция за период наблюдений,  $\Delta W$  - прирост массы между двумя периодами наблюдений.

ма получаемого тепла разная. В оз. Кривом развитие личинок происходит при температуре 4.5–6.5 °C [5], в оз. Виштынецком – при 5.5–10.2 °C, что в год составляет 1850–2010 градусо-дней.

Изучение продукции другого моноциклического представителя хирономид из оз. Виштынецкого – *Stictochironomus crassiforceps* (K.), доминирующего вида песчаного биотопа, показало, что полученный среднегодовой P/B-коэффициент, равный 3.1 [8], близок к таковому у *Sergentia coracina* (2.9), что, по-видимому, является характерным для моноциклических видов.

## Л и т е р а т у р а

1. Алексеев Н.К., Демидова А.Г., Берникова Т.А., Мордухай-Болтовская Э.Д., Мухордова Л.Л. Озеро Виштынецкое. Калининград, 1976.
2. Алимов А.Ф., Финогенова Н.П. Биоценозы и продуктивность бентоса // Биологическая продуктивность северных озер. Л., 1975. Ч. 1.
3. Заболоцкий А.А. Личинки хирономид озер Карелии // Фауна озер Карелии: Беспозвоночные. М.; Л., 1965.
4. Методическое пособие по изучению хирономид. Душанбе, 1982.
5. Панкратова В.Я. Chironomidae // Биологическая продуктивность северных озер. Л., 1975. Ч. 1.
6. Полищук Л.В., Романовский Ю.Э. Теоретический подход к расчету продукции водных животных // Журн. общ. биологии. 1980. Т. 61, № 5.
7. Саватеева Е.Б. Обогащение донной фауны глубоководных озер Северо-Запада РСФСР (на примере оз. Ужин) // Изменение продуктивности малых озер под влиянием минеральных удобрений. Л., 1984.
8. Щербина Г.Х. Продукция *Stictochironomus crassiforceps* (K.) оз. Виштынецкого Калининградской области (Diptera, Chironomidae) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985. № 67.
9. Яблонская Е.А., Бекман М.Ю., Винберг Г.Г. Методы расчета продукции водных популяций без постоянного пополнения // Методы определения продукции водных животных. Минск, 1968.
10. Kreamer G., Harrison A.D. Seasonal and diurnal migration of larvae *Sergentia coracina* (Diptera, Chironomidae) in Lake Matamek, Eastern Quebec // Verh. Intern. Ver. theor., angew. Limnol. 1984. Vol. 22, N 1.
11. Lundbeck J. Zur Kenntnis der Lebensverhältnisse in sauren Binnenseen // Arch. Hydrobiol. 1951. Suppl. Bd 20, N 1.



12. W ü l k e r W. Lebenszyklus und Vertical ver-  
teilung der Chironomidae (Diptera - Sergentia co-  
racina (Zett.) im Titisee // Verh. Intern. Verein. theor.,  
angew. Limnol. 1961. Vol. 14, N 2.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

УДК 597-111

А.С. В а с и л ь е в

## ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ - ОБЛАДАТЕЛИ ВЫСОКОГЕТЕРОГЕННОГО ГЕМОГЛОБИНА

В предшествующих работах [1-3] нами были представлены дан-  
ные о высокой гетерогенности гемоглобина (несколько десятков  
компонентов) и его полиморфизме у костистых рыб и хрящевых  
ганоидов, полученные методом изоэлектрического фокусирования  
(ИЭФ). В продолжение цикла исследований гемоглобина разных по  
высоте организации и экологии групп рыб нами проведено сравни-  
тельное изучение фракционного состава гемоглобина 3 видов хря-  
щевых рыб: колючей акулы (катрана) и скатов (морской лисицы и  
морского кота). Ранее было известно лишь одно сообщение относи-  
тельно фракционной структуры гемоглобина хрящевых рыб [5]. Ав-  
торы методом электрофореза в полиакриламидном геле разделили  
гемоглобин 2 видов хрящевых рыб на 8-12 компонентов.

Все 3 вида хрящевых рыб, результаты фракционирования гемо-  
глобина которых представлены в настоящей работе, были отловлены  
в прибрежной зоне Черного моря (р-н г. Батуми) в апреле 1985 г.  
Взятие проб крови и приготовление эритроцитарного гемолизата про-  
водили по описанной ранее методике [4]. ИЭФ гемоглобина осуще-  
ствляли на амфолиновых пластинках 5%-ного полиакриламидного ге-  
ля (рН 3.5-9.5) на приборе Мультифор (ЛКБ, Швеция). При расшиф-  
ровке гемоглобинограмм учитывали общее число компонентов ге-  
моглобина, их изоэлектрические точки (pI) и относительное содер-  
жание белка, приходящееся на каждый из компонентов.

Изофоретические спектры гемоглобина черноморского катрана,  
морской лисицы и морского кота видоспецифичны и состоят соот-  
ветственно из 46, 35 и 33 компонентов (рис. 1, 2). Компоненты  
гемоглобина лежат в диапазонах рН: 6.96-9.84 - у катрана, 7.17-  
8.46 - у морской лисицы и 7.22-9.72 - у морского кота. Однако  
основная группа компонентов гемоглобина находится в более узких  
границах: 6.96-8.95 - у катрана, 7.17-8.46 - у морской лисицы  
и 7.22-8.75 - у морского кота. Лишь 3 компонента гемоглобина  
у катрана и по 2 компонента у скатов выходят из этих диапазонов,

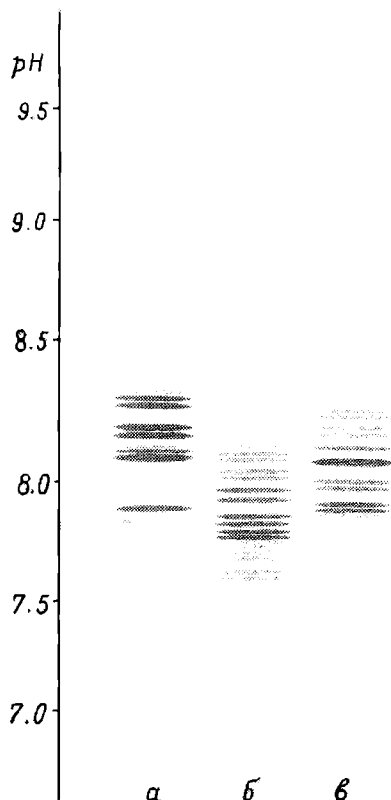


Рис. 1. Гемоглинограммы катрана (а), морской лисицы (б), морского кота (в).

имеют высокие значения  $pI$ : 9.68, 9.74, 9.84 – у катрана; 9.68, 9.72 – у скатов. Суммарно на эти высокощелочные компоненты приходится менее 1% (0.69%) общего белка гемоглобина у катрана и менее 0.5% (0.31% и 0.30%) соответственно у морской лисицы и морского кота. Рассматриваемые компоненты выявлены во всех исследованных нами пробах гемоглобина и, вероятно, являются характерными для хрящевых рыб. Вместе с тем, несмотря на общее сходство гемоглинограмм всех 3 исследованных видов хрящевых рыб, между ними имеются и определенные различия, которые наиболее значительны между катраном, с одной стороны, и скатами, с другой. Различия фракционной структуры гемоглобина катрана и скатов касаются общего числа компонентов гемоглобина, числа высокощелочных микрокомпонентов, а также ширины диапазона изоэлектрических точек компонентов гемоглобина (рис. 1, 2). В данном случае уместно напомнить, что катран и скаты относятся к разным надотрядам (акулы и скаты) класса хрящевых рыб.

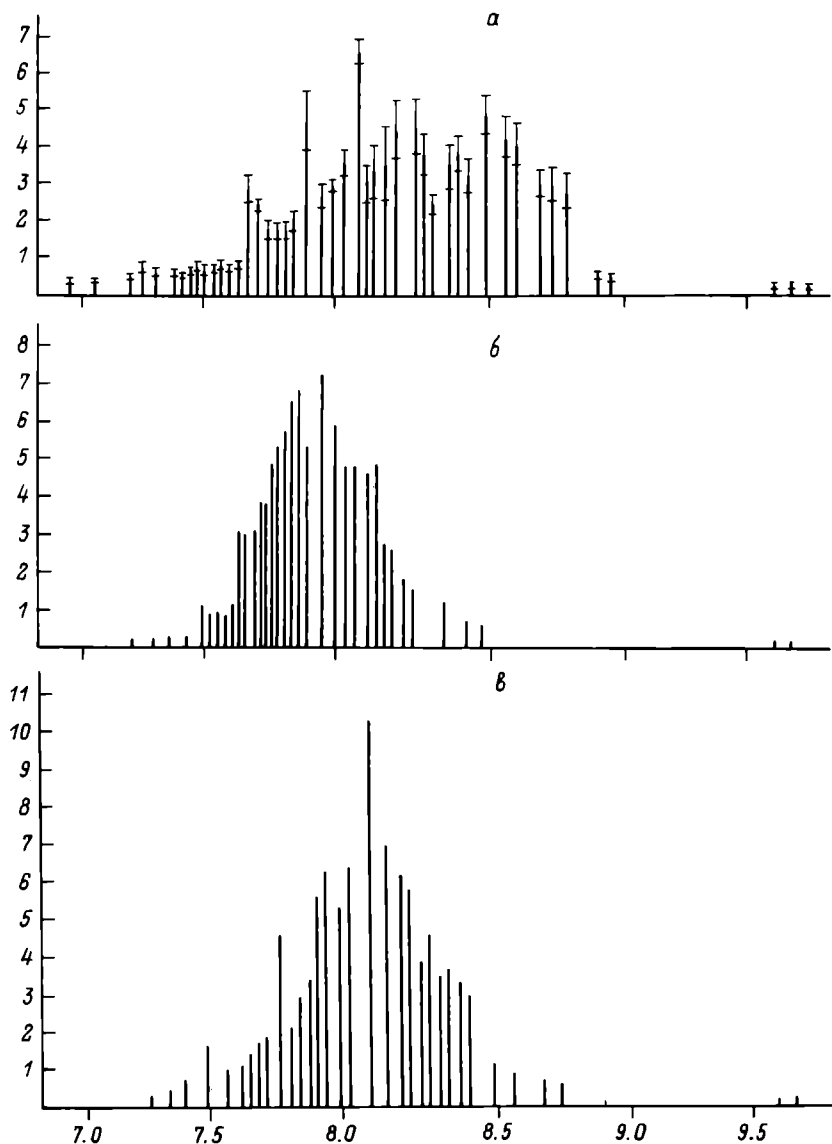


Рис. 2. Гистограммы изофоретических спектров гемоглобина катрана (а) и скатов: морской лисицы (б), морского кота (в).

По оси абсцисс — относительное содержание белка (%) по компонентам гемоглобина; по оси ординат — диапазон pH.

Полиморфизма гемоглобина по структурным генам у хрящевых рыб, в частности у катрана, среди 54 исследованных особей нами не выявлено. Но полиморфизм по регуляторным генам, особенно у компонентов с высоким относительным содержанием белка, значителен. При относительном содержании белка гемоглобина в различных компонентах от 2 до 6% доверительный интервал достигает 1.08.

Таким образом, методом ИЭФ выявлено, что высокая степень гетерогенности гемоглобина присуща не только костистым рыбам и хрящевым ганоидам, но и хрящевым рыбам, в совокупности представляющим весь надкласс рыб.

#### Л и т е р а т у р а

1. В а с и л ь е в А.С. Изоэлектрическое фокусирование гемоглобина трех подвидов плотвы (*Rutilus rutilus* L.) // Экологическая физиология и биохимия рыб. Вильнюс, 1985.
2. Л у к ь я н е н к о В.В., В а с и л ь е в А.С. Сравнительный электрофоретический анализ гемоглобина туводной стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1986. № 69.
3. Л у к ь я н е н к о В.И., В а с и л ь е в А.С., Л у к ь я н е н к о В.В. Новые данные о гетерогенности и полиморфизме гемоглобина крови осетровых рыб // Экологическая физиология и биохимия рыб. Вильнюс, 1985.
4. Л у к ь я н е н к о В.И., Г е р а с к и н П.П. Новые данные о фракционном составе гемоглобинов у хрящевых ганоидов // Докл. АН СССР. 1969. Т. 185, № 5.
5. Л у к ь я н е н к о В.И., Г е р а с к и н П.П., Л у к ь я н е н к о В.В. Особенности фракционного состава гемоглобина у разных по высоте организации групп рыб // Вопросы эволюционной физиологии. Л., 1982.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 591.132 : 597.5

И.Л. Г о л о в а н о в а

#### МЕХАНИЗМЫ ВСАСЫВАНИЯ ГЛЮКОЗЫ И ГАЛАКТОЗЫ В КИШЕЧНИКЕ ЛЕЩА И КАРПА

В настоящее время общепринято, что существует два механизма транспорта сахаров: активный  $\text{Na}^+$ -зависимый и простая диффузия. Действительно, в ряде работ продемонстрировано наличие активного

Вид	Субстрат	Концентрация субстрата, ммоль	Исследуемые		
			O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> оуабайн	O <sub>2</sub> NaF
Карп	Глюкоза	2.5	2.5±0.1	2.2±0.1	3.0±0.5
		10	5.9±0.2	5.0±0.2	6.0±0.6
	Галактоза	2.5	2.9±0.5	1.6±0.6	3.3±0.5
		10	7.9±1.4	6.5±0.6	7.5±0.6
Лещ	Глюкоза	2.5	1.2±0.2	1.1±0.1	1.9±0.2
		10	6.3±0.5	6.4±0.5	7.5±0.6
	Галактоза	2.5	3.0±0.2	3.0±0.2	3.0±0.4
		10	7.7±0.4	7.4±0.4	8.9±1.0

транспорта углеводов в кишечнике рыб [6, 7], в то время как в других работах не отмечено противогradientного накопления сахаров [1-4, 6]. Ранее в опытах с использованием оуабайна на примере леща нами было показано наличие активного компонента транспорта, доля которого в общем транспортном процессе была незначительна [2]. В данной работе сделана попытка оценить соотношение различных компонентов транспорта с использованием более широкого арсенала физиологических и фармакологических воздействий.

Работа выполнена зимой 1986 г. на леще (*Abramis brama* (L.)) и карпе (*Cyprinus carpio* L.). Использовался метод прошитых полосок [4]. В качестве субстрата использовали глюкозу и галактозу в концентрации 2.5 и 10 ммоль, в качестве ингибиторов - 2,4-динитрофенол (2,4-DNP) в концентрации  $10^{-5}$  моль, фторид натрия (NaF) в концентрации  $5 \cdot 10^{-3}$  моль и оуабайн ( $10^{-4}$  моль). Инкубацию полосок кишки проводили в течение 60 мин при 20 °C в условиях оксигенации или нитрогенозации. Интенсивность аккумуляции гексоз в препаратах определяли модифицированным методом Нельсона [5] и глюкозооксидазным методом Городецкого в модификации А.М. Уголева и Н.Н. Иезуитовой [5] и выражали в миллимолях на грамм влажной массы ткани. Во всех сериях опытов отсутствует достоверное противогradientное накопление моносахаридов в слизистой кишечника леща и карпа (см. таблицу). Замена кислорода в инкубационной среде на азот ведет к снижению уровня аккумуляции глюкозы и галактозы в слизистой кишечника у обоих видов рыб приблизительно на 25%, причем степень торможения одинакова и при 2.5 и 10 ммоль исходной концентрации субстратов. В специальной серии экспериментов при ис-

факторы

$O_2$ 2,4-DNP	$N_2$	$N_2$ оуабаин	$N_2$ $NaF$	$N_2$ 2,4-DNP
3.4±0.4	1.9±0.2	1.7±0.2	2.4±0.4	2.6±0.5
6.6±0.1	4.8±0.1	5.4±0.3	5.7±0.4	5.8±0.1
4.0±0.8	2.9±0.1	2.0±0.5	4.5±0.4	4.8±1.0
8.1±1.3	5.9±0.2	5.5±0.1	7.8±1.1	7.7±0.5
2.0±0.6	0.7±0.1	0.8±0.1	1.3±0.3	0.9±0.2
6.4±0.6	4.8±0.5	5.4±0.8	6.4±0.6	4.7±0.5
2.8±0.1	2.0±0.2	2.5±0.2	2.9±0.3	2.5±0.3
8.0±0.7	6.1±0.7	6.4±0.6	8.0±1.0	6.2±0.5

пользовании 10 ммоль галактозы в условиях нитрогенации и ограниченной аэрации показано приблизительно одинаковое снижение уровня аккумуляции на 21 и 25% соответственно.

Замена ионов натрия в инкубационной среде (110 ммоль) ионами калия в условиях оксигенации вызывает снижение уровня аккумуляции 2.5 ммоль галактозы на 14% (от (1.68±0.2) до (1.44±0.1) ммоль), в условиях нитрогенации – на 22% (от (1.19±0.1) до (0.93±0.1) ммоль). Дальнейшее изучение зависимости транспорта углеводов от натрия производилось с использованием оуабаина, являющегося ингибитором  $Na^+—K^+$ -АТФазы. Было установлено, что введение этого препарата в инкубационный раствор вызывает в слизистой кишечника карпа торможение аккумуляции 2.5 и 10 ммоль глюкозы приблизительно на 15% ( $p < 0.01$ ), 2.5 ммоль галактозы – на 44%, 10 ммоль галактозы – на 18%. В приведенной выше серии опытов  $Na^+$ -зависимый компонент транспорта глюкозы и галактозы в кишечнике леща не выявлен. Однако в другой серии экспериментов при 2.5 ммоль концентрации глюкозы активный компонент составил 30%. В условиях нитрогенации в присутствии оуабаина отмечено некоторое снижение уровня аккумуляции 2.5 ммоль глюкозы у карпа (11%).

Поскольку активный транспорт сахара сопряжен с транспортом ионов натрия, поступление которых в клетку связано с активным выведением их из клетки с использованием энергии АТФ, то анатоксия или действие метаболических ингибиторов, повышая внутриклеточную концентрацию  $Na^+$  из-за прекращения работы натриевого насоса, должны подавлять аккумуляцию сахаров. В качестве метаболических ядов применяли 2,4-DNP, ингибирующий синтез АТФ, и  $NaF$ , ингибирующий начальные стадии гликолиза. Добавление

в инкубационный раствор 2,4-DNP вызывает в слизистой кишечника карпа увеличение аккумуляции глюкозы и галактозы в условиях оксигенации, достоверное лишь для 2.5 и 10 ммоль глюкозы ( $p < 0.1$ ), а в условиях нитрогенации — достоверное только для 10 ммоль глюкозы ( $p < 0.1$ ). У леща отмечено некоторое увеличение аккумуляции всех указанных субстратов в присутствии кислорода и азота. Подавление процесса гликолиза с помощью фторида натрия ведет к повышению уровня аккумуляции указанных субстратов как в атмосфере кислорода, так и азота у обоих видов. Однако при концентрации субстратов 2.5 ммоль и особенно в атмосфере азота этот эффект выражен сильнее (до 50% стимуляции).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что процессы транспорта углеводов у рыб в меньшей степени зависят от содержания кислорода. Действительно, у рыб при отсутствии оксигенации интенсивность аккумуляции глюкозы уменьшается на 20–25%, в то время как у млекопитающих — на 80%. Ранее установлено, что флоридзин-зависимый компонент транспорта глюкозы у леща составляет 50% [2, 4], а  $\text{Na}^+$ -зависимый компонент был выявлен не во всех опытах и не превышал 30% [2]. Данные, полученные нами при исследовании леща, подтверждают выявленные ранее закономерности, вместе с тем для карпа отмечена более значительная доля  $\text{Na}^+$ -зависимого компонента транспорта — 44% при 2.5 ммоль исходной концентрации галактозы.

Увеличение уровня аккумуляции глюкозы при воздействии фтористого натрия в условиях оксигенации и нитрогенации позволяет предположить, что часть аккумулярованной в клетке глюкозы (до 50% от общего количества) включается в процессы гликолиза. Тот факт, что уровень аккумуляции всех указанных субстратов в присутствии  $\text{NaF}$  в большей степени возрастает в условиях нитрогенации (по сравнению с оксигенацией), свидетельствует о значительной роли анаэробных процессов в транспорте углеводов у рыб. Анализ влияния разнообразных факторов, таких как 2, 4-динитрофенол, фторид натрия, отсутствие оксигенации или ионов  $\text{Na}^+$ , свидетельствуя о наличии активного компонента транспорта сахаров, а также об обратной корреляции его величины с концентрацией субстрата, позволяет сделать вывод о зависимости доли активного компонента от типа субстрата и вида животного, а также о большей роли анаэробных процессов в метаболизме углеводов у рыб по сравнению с высшими позвоночными животными.

## Л и т е р а т у р а

1. Голованова И.Л. Интенсивность всасывания сахаров в различных отделах кишечника леща (*Abramis brama* (L.)) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985. № 66.
2. Кузьмина В.В., Голованова И.Л., Извекова Г.И. Особенности транспорта углеводов в кишечнике

- рыб // Мембранное пищеварение и всасывание: Тез. докл. 3-го Всесоюз. симпоз. Рига, 1986.
3. Н е в а л е н н ы й А.Н. Влияние флоридзина, строфантина К и фтористого натрия на интенсивность всасывания некоторых углеводов в кишечнике леща (*Abramis brama* (L.)) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985. № 68.
  4. Р о щ и н а Г.М. Особенности всасывания углеводов у некоторых видов костистых рыб // Журн. эвол. биохимии и физиологии. 1981. Т. 17, № 1.
  5. У г о л е в А.М., И е з у и т о в а Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз // Исследование пищеварительного аппарата у человека. Л., 1969.
  6. F e r r a r i s R., A h e a r n G. Sugar and amino acid transport in fish intestine // Comp. Biochem. Physiol. 1984. Vol. 77A, N 3.
  7. G a r g V.K., A g r a w a l V.P. Species differences in the response of sugar and amino acid transport // Acta physiol. 1979. Vol. 53, N 3.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

УДК 556.551.47(47)

В.Ф. Р о щ у п к о

# МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЦВЕТНОСТИ И ПЕРМАНГАНАТНОЙ ОКИСЛЯЕМОСТИ ВОД В НИЖНИХ БЬЕФАХ ШЕКСНИНСКОЙ И РЫБИНСКОЙ ГЭС

Цветность (ЦВ) и перманганатная окисляемость (ПО) служат косвенными показателями органического вещества — важнейшей характеристики качества воды в водохранилищах питьевого назначения. В практике городских водопроводов в качестве параметра, изменение которого характеризует процесс очистки воды, принята ЦВ. Именно она прежде всего определяет затраты реагентов на станциях, потребляющих воду данного источника.

Для характеристики многолетнего изменения ЦВ и ПО вод, поступающих из Шекснинского водохранилища, были использованы ежедневные данные наблюдений химической лаборатории Череповецкого городского водопровода за 23 года (1958–1980 гг.), для вод, сбрасываемых через Рыбинский гидроузел, — ежедневные данные лаборатории Ярославского городского водопровода за период с 1952 по 1968 г. и с 1974 по 1984 г.

Амплитуда межгодовых среднемесячных колебаний ЦВ и ПО воды в нижнем бьефе Шекснинской ГЭС составляла 45–76° и 5–10.6 мгО/л соответственно (см. таблицу). На долю экстремальных значений



# Многолетние характеристики цветности и перманганатной

Месяц	У г. Череповца				
	ЦВ, град	$C_v$	пределы колебаний	ПО, мг О/л	$C_v$
Январь	61	0.33	35-104	13.0	0.17
Февраль	60	0.32	33-109	12.7	0.13
Март	56	0.24	32-82	12.4	0.13
Апрель	65	0.22	46-91	12.4	0.14
Май	69	0.19	53-101	13.6	0.14
Июнь	65	0.18	49-96	13.4	0.14
Июль	65	0.20	50-103	13.3	0.15
Август	64	0.20	45-103	13.1	0.13
Сентябрь	61	0.23	41-88	13.0	0.11
Октябрь	59	0.23	37-85	12.7	0.14
Ноябрь	59	0.25	41-88	12.8	0.15
Декабрь	59	0.26	33-90	13.3	0.20
Год	62	0.23	32-109	12.9	0.14

приходилось 5-14%. Интервал основных колебаний среднемесячных величин ЦВ зимой 40-60°, весной-летом - 50-70°, осенью 40-70°. Преобладающая часть соответствующих значений ПО лежит в пределах 10-14 мг О/л. Годовые величины ЦВ за многолетний период колебались от 50 до 80°, ПО - от 11 до 15 мг О/л. При этом коэффициент корреляции между ними варьировал от 0.12 до 0.76.

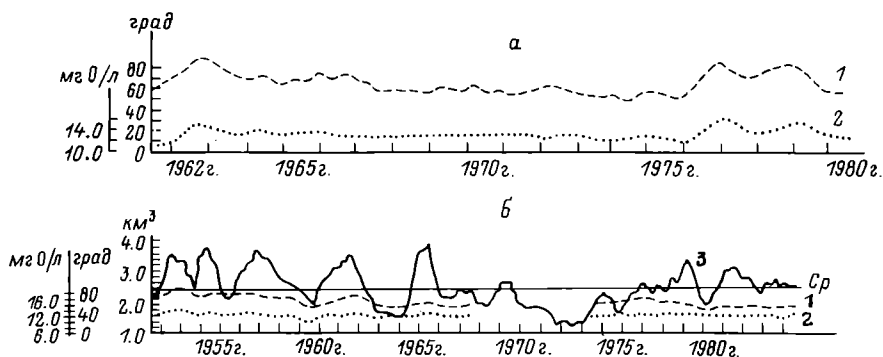
Амплитуда межгодовых среднемесячных значений ЦВ в нижнем бьефе Рыбинской ГЭС в среднем за 17 лет составляла 35-70°, ПО - 3-7 мг О/л, годовых 35° и 4 мг О/л соответственно. На долю экстремальных величин, так же как и у г. Череповца, приходилось 5-10% (см. таблицу). Коэффициент корреляции между ЦВ и ПО в течение года менялся от 0.27 до 0.89. Максимальные различия в степени изменчивости показателя ЦВ отмечались с мая по август: у г. Череповца коэффициент вариации наименьший, а у г. Ярославля - наибольший.

В многолетнем аспекте прослеживается связь между колебаниями ЦВ и ПО и водностью; повышенной водности соответствуют более высокие значения ЦВ и ПО и наоборот. В нижнем бьефе Шекснинской ГЭС начало исследуемого периода совпадает с концом многоводной фазы (1951-1962 гг.) внутривекового цикла (1951-1975 гг.), четко проявляющейся в динамике элементов водного баланса Шекснинского водохранилища (см. рисунок, а) [1]. Средняя величина ЦВ в этот период составляла 74°, ПО - 13.2 мг О/л, в период маловодной фазы (1963-1975 гг.) - 60° и 12.7 мг О/л

		У г. Ярославля					
	пределы колебаний	ЦВ, град	$C_v$	пределы колебаний	ПО, мг О/л	$C_v$	пределы колебаний
	8.7-17.3	58	0.19	42-77	12.2	0.07	10.2-13.8
	10.7-17.0	58	0.22	37-83	12.3	0.08	10.7-13.8
	10.6-16.1	59	0.24	39-92	12.7	0.10	10.5-15.8
	10.3-16.4	64	0.21	46-94	12.4	0.10	10.5-16.0
	9.5-18.3	59	0.28	39-110	11.7	0.11	9.0-15.1
	11.1-18.5	54	0.24	34-72	11.5	0.12	8.7-14.1
	9.7-17.6	55	0.26	36-75	11.6	0.13	7.5-14.6
	9.3-17.0	53	0.23	31-72	11.9	0.10	9.8-14.2
	11.1-16.1	55	0.20	36-70	12.2	0.14	9.8-16.5
	9.9-16.5	59	0.22	36-84	12.2	0.09	10.1-14.2
	8.6-16.8	60	0.23	36-88	12.3	0.08	10.7-14.1
	9.6-20.2	59	0.23	40-85	12.1	0.08	9.9-13.7
	8.6-20.2	58	0.23	31-110	12.1	0.10	7.5-16.5

соответственно, за первые 5 лет (1976-1980 гг.) многоводной фазы нового цикла - 70° и 13.9 мг О/л соответственно.

Период повышенных значений ЦВ и ПО вод нижнего бьефа Рыбинской ГЭС соответствует многоводной фазе (1948-1962 гг.), пониженных - маловодной (1963-1975 гг.) [2]. С 1976 г. началось развитие многоводной фазы нового цикла. Объем сброса через Рыбинскую ГЭС увеличился по сравнению с периодом предыду-



Многолетние изменения ЦВ (1), ПО (2) и объема сброса через Рыбинский гидроузел (3).

а - у г. Череповца; б - у г. Ярославля.

шей маловодной фазы, но оставался меньше, чем за многоводный период 1952-1962 гг. (см. рисунок, б). В связи с этим средне-месячные величины ЦВ и ПО (с 1974 по 1984 г.) были ниже уровня средних за многолетний период.

Таким образом, анализ многолетних величин ЦВ и ПО показал, что их колебания обусловлены изменениями водного стока. Сезонный ход ЦВ и ПО в нижних бьефах Шекснинской и Рыбинской ГЭС с водохранилищами малой (0.83) и средней (1.86) степени водообменности выражен слабо за счет их регулирующей роли. Межгодовые изменения в отдельные месяцы велики, но на их долю приходится 5-10%.

## Л и т е р а т у р а

1. Л и т в и н о в А.С., Ц е л ь м о в и ч О.Л. Водный баланс и водообмен Шекснинского водохранилища и их изменение при территориальном перераспределении стока // Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л., 1982.
2. Ф о м и ч е в И.Ф., Л и т в и н о в А.С. Многолетние изменения составляющих водного баланса Рыбинского водохранилища и их влияние на водообмен и уровень // Вод. ресурсы. 1980. № 4.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

ИНФОРМАЦИИ

II Всесоюзный семинар по модельным видам водных беспозвоночных проекта 8 <sup>б</sup> „Вид и его продуктивность в ареале“ программы ЮНЕСКО „Человек и биосфера“ (Ш и л о в а А.И.) .....	3
--	---

СООБЩЕНИЯ

Р о м а н е н к о В.И., Е й р и с П е р е с М., П у б и - е н е с М.А. Стратификация бактериального населения в по- верхностной пленке воды .....	5
Б у т о р и н А.Н. Численность и активность бактерий в придон- ной воде и илах ряда озер Ярославской области .....	7
К о с о л а п о в Д.Б., Л а п т е в а Н.А. К вопросу о вза- имоотношениях бактерий рода <i>Caulobacter</i> с фитопланктоном .....	12
Р о м а н е н к о В.И., Г а в р и л о в а В.А., З а х а р о - в а Л.И. Температурный оптимум развития бактериальных со- обществ в Рыбинском водохранилище в подледный период .....	17
В и ш н я к о в а И.В. Определение численности бактерий на ма- церированных вегетативных органах высших водных растений ...	20
С о л н ц е в а И.О., В и н о г р а д о в а Г.И. Солеустойчи- вость природных штаммов дрожжей из пресных водоемов .....	22
Л у к и н а Г.А. Жизненный цикл рясковых .....	25
Б а к а н о в А.И. Бентос русловой части волжских водохранилищ .....	28
Ш и р к и н а Н.И. Чешуйчатые структуры некоторых бесцветных жгутиконосцев ( <i>Mastigophora</i> Diesing) .....	31
Б а ш к а т о в а Ж.В. Особенности ультраструктуры паренхимы плероцеркоидов некоторых псевдофиллидных цестод .....	35
И з в е к о в а Г.И., К у з ь м и н а В.В. Сравнительная ха- рактеристика некоторых особенностей транспорта углеводов у цестод и в кишечнике их хозяев — рыб .....	38
К у з ь м и н а В.В., И з в е к о в а Г.И. Механизмы транс- порта углеводов в кишечнике пресноводных костистых рыб .....	42
А р х и п о в а Н.Р. Зависимость между линейными размерами и массой тела у некоторых тубифицид .....	44
Ш и л о в а А.И., З е л е н ц о в Н.И. К фауне хирономид оз. Севан ( <i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i> ) .....	48
М а к а р ч е н к о Е.А. Два новых вида <i>Diamesa</i> Mg. ( <i>Dip- tera</i> , <i>Chironomidae</i> ) из Восточной Палеарктики .....	52

К и к н а д з е И.И., Г р е б е н ю к Л.П., Ф и л и п п о - в а М.А., К е р к и с И.Е. Кариологический анализ видов хирономид цитологического комплекса <i>pseudothummi</i> из водо- емов СССР .....	56
Ш е р б и н а Г.Х. Продукция <i>Sergentia coracina</i> (Zett.) оз. Виштынецкого (Diptera, Chironomidae) .....	59
В а с и л ь е в А.С. Хрящевые рыбы — обладатели высокогетеро- генного гемоглобина .....	64
Г о л о в а н о в а И.Л. Механизмы всасывания глюкозы и галак- тозы в кишечнике леща и карпа .....	67
Р о ш у п к о В.Ф. Многолетние изменения цветности и перман- ганатной окисляемости вод в нижних бьефах Шекснинской и Ры- бинской ГЭС .....	71

II All-Union seminar on model species of aquatic invertebrates by the Project 8 <sup>b</sup> „Species and its productivity in area" of the Programme UNESCO „Man and Biosphere" (S h i l o v a A.I.) .....	3
--	---

## ARTICLES

R o m a n e n k o V.I., E i r i s P e r e s M., P u b i e n e s M.A. Stratification of bacterial population in water surface film .....	5
B u t o r i n A.N. Abundance and activity of bacteria in the bottom layer and silts of some lakes in the Yaroslavl region .....	7
K o s o l a p o v D.E., L a p t e v a N.A. On interrelation of bacteria Caulobacter with phytoplankton .....	12
R o m a n e n k o V.I., G a v r i l o v a V.A., Z a c h a r o v a L.I. Temperature optimum for the development of bacterial communities in the Rybinsk reservoir during the ice period .....	17
V i s h n y a k o v a I.V. Determination of bacteria abundance on macerated vegetative organs of higher aquatic plants .....	20
S o l n t s e v a I.O., V i n o g r a d o v a G.I. Salinity tolerance of yeasts natural strains in freshwater reservoirs .....	22
L u k i n a G.A. The life cycle of duckweed .....	25
B a k a n o v A.I. The benthos of the channel parts of the Volga reservoirs .....	28
S h i r k i n a N.I. Scale structures of some colourless flagellates (Mastigophora Diesing) .....	31
B a s h k a t o v a Zh.V. Ultrastructure peculiarities of plerocercoids parenchyma of some pseudophyllidean cestodes .....	35
I z v e k o v a G.I., K u z m i n a V.V. Comparative characteristics of some peculiarities of carbohydrate transport in cestodes and in intestine of their host - fishes .....	38
	77

K u z m i n a V.V., I z v e k o v a G.I. Carbohydrate transport mechanisms in intestine of freshwater bony fishes .....	42
A r k h i p o v a N.R. The relation of linear dimensions of some Tubificidae with their body mass .....	44
S h i l o v a A.I., Z e l e n t s o v N.I. On fauna of Chironomidae of Lake Sevan (Diptera, Chironomidae) .....	48
M a k a r c h e n k o E u . A . Two new species of Diamesa Mg. (Diptera, Chironomidae) of the Eastern Palaeoarctic .....	52
K i k n a d z e I.I., G r e b e n y u k L.P., F i l i p p o v a M.A., K e r k i s I.Eu. Karyologic analysis of chironomid species of the cytologic complex pseudothummi of the USSR water bodies .....	56
S h c h e r b i n a G.Kh. Production of Sergentia coracina (Zett.) of the Vishtynetskoye lake (Diptera, Chironomidae) .....	59
V a s i l j e v A.S. Cartilaginous fishes - holders of high heterogenous hemoglobin .....	64
G o l o v a n o v a I.L. Glucose and galactose absorption mechanisms in intestine of bream and carp .....	67
R o s h c h u p k o V.F. Long-term changes in blooming and permanganat oxidation of water in lower reaches of the Sheksna and Rybinsk hydro-works .....	71

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 79

Утверждено к печати  
Институтом биологии внутренних вод  
Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина  
Художник Ю.П. Амбросов  
Технический редактор Т.В. Шаврина  
Корректоры Л.З. Маркова и Э.Г. Рабинович

ИБ № 33302

Подписано к печати 24.06.88. М-38191. Формат 60 х 90 I/16.  
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5.00.  
Усл. кр.-от. 5.25. Уч.-изд.л. 4.92. Тираж 850. Тип. зак. № 500.  
Цена 75 коп.

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

---

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



КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА „НАУКА“ МОЖНО ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЗАКАЗАТЬ  
В МАГАЗИНАХ КОНТОРЫ „АКАДЕМКНИГА“, В МЕСТНЫХ МАГАЗИНАХ  
КНИГОТОРГОВ ИЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ

ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КНИГ ПОЧТОЙ ЗАКАЗЫ ПРОСИМ НАПРАВЛЯТЬ  
ПО АДРЕСУ:

- 117192 Москва, Мичуринский пр., 12. Магазин „Книга-почтой“ Централь-  
ной конторы „Академкнига“;
- 197345 Ленинград, Петрозаводская ул., 7. Магазин „Книга-почтой“ Северо-  
Западной конторы „Академкнига“  
или в ближайший магазин „Академкнига“, имеющий отдел „Книга-  
почтой“:
- 480091 Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97 („Книга-почтой“);
- 370005 Баку, Коммунистическая ул., 51 („Книга-почтой“);
- 232600 Вильнюс, ул. Университето, 4;
- 690088 Владивосток, Океанский пр., 140 („Книга-почтой“);
- 320093 Днепропетровск, пр. Гагарина, 24 („Книга-почтой“);
- 734001 Душанбе, пр. Ленина, 95 („Книга-почтой“);
- 375002 Ереван, ул. Туманяна, 31;
- 664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289 („Книга-почтой“);
- 420043 Казань, ул. Достоевского, 53 („Книга-почтой“);
- 252030 Киев, ул. Ленина, 42;
- 252142 Киев, пр. Вернадского, 79;
- 252030 Киев, ул. Пирогова, 2;
- 252030 Киев, ул. Пирогова, 4 („Книга-почтой“);
- 277012 Кишинев, пр. Ленина, 148 („Книга-почтой“);
- 343900 Краматорск, Донецкой обл., ул. Марата, 1 („Книга-почтой“);
- 660049 Красноярск, пр. Мира, 84;
- 443002 Куйбышев, пр. Ленина, 2 („Книга-почтой“);
- 191104 Ленинград, Литейный пр., 57;
- 199034 Ленинград, Таможенный пер., 2;
- 194064 Ленинград, Тихорецкий пр., 4;
- 220012 Минск, Ленинский пр., 72 („Книга-почтой“);
- 103009 Москва, ул. Горького, 19а;
- 117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7;
- 630076 Новосибирск, Красный пр., 51;
- 630090 Новосибирск, Морской пр., 22 („Книга-почтой“);
- 142284 Протвино, Московской обл., ул. Победы, 8;
- 142292 Пушкино, Московской обл., МР „В“, 1;
- 620161 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137 („Книга-почтой“);
- 700000 Ташкент, ул. Ю. Фучика, 1;
- 700029 Ташкент, ул. Ленина, 73;
- 700070 Ташкент, ул. Шота Руставели, 43;
- 700185 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6 („Книга-почтой“).