

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЯ

1871



ИНБЮМ

38

1991

**OXYGEN-BINDING FUNCTION OF BLOOD
OF GOBIUS BATRACHOCEPHALUS PALLAS AND FACTORS
OF ITS REGULATION UNDER ADAPTATION TO TEMPERATURE
CONDITIONS OF THE MEDIUM**

Summary

The long-term stay of *Gobius batrachocephalus* under new temperature conditions results in the restoration of the before changed blood affinity to oxygen. Limitation of functional activity of hemopoietic tissue is the basic cause decreasing the efficiency of the given process.

УДК 591.524.12:115(261+267)

А. М. ЩЕПКИНА, В. В. ТРУСЕВИЧ, Т. Я. ПАВЛОВСКАЯ

**ОСОБЕННОСТИ ЛИПИДНОГО СОСТАВА
У НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ МАССОВЫХ ВИДОВ
ТРОПИЧЕСКОГО ЗООПЛАНКТОНА ИЗ АТЛАНТИЧЕСКОГО
И ИНДИЙСКОГО ОКЕАНОВ**

Исследованы общее содержание и фракционный состав липидов в теле некоторых представителей массовых видов зоопланктона. Показано, что у слабомигрирующих и немигрирующих видов содержание общих липидов не превышает 2,0—2,3%, у мигрантов — 3%. Доминирующими фракциями являются фосфолипиды и триацилглицерины. Все исследованные виды, кроме креветок, содержат воск. Вертикальные миграции сопровождаются снижением содержания общих липидов и восков при подъеме планктона в верхние горизонты обитания.

Зоопланктон в качестве главного промежуточного звена между фитопланктоном и потребителями (планктоноядными рыбами) занимает важное место в трансформации органического вещества в экосистемах морей и океанов. Одним из основных компонентов органического вещества являются липиды, которым принадлежит ведущая роль в обеспечении энергетических процессов в организме. Поэтому вопросам изучения динамики и фракционного состава липидов при исследовании энергетических взаимоотношений в планктонных сообществах уделяется большое внимание. Содержание липидов варьирует в широких пределах и зависит от множества факторов: видового состава, условий обитания, трофности района, возраста, пола, а также физиологического состояния организма [1]. Полагают, что липиды интенсивно расходуются в процессе вертикальных миграций [1, 10, 11].

Известно, что пути липидного метаболизма в морских пищевых цепях основаны на потреблении фитопланктонных липидов зоопланктоном и превращении их в воск, которые затем превращаются планктоноядными рыбами в триацилглицерины [10, 11, 14]. Состав липидов зоопланктона изучен подробно с помощью методов тонкослойной и газожидкостной хроматографии. Наиболее подробно исследован липидный состав зоопланктона северных вод благодаря многочисленности и доступности этих животных [7, 13]. Тропические копеподы изучены значительно меньше.

Интерес представляло исследование липидного состава в теле массовых видов зоопланктона из тропической части Атлантического и Индийского океанов, а также особенностей динамики фракционного состава при вертикальных миграциях у типичных представителей мигрантов.

Материал и методика. Исследовали 8 массовых видов тропического зоопланктона — в Атлантическом океане 4 вида копепод: *Calanus gracilis* Dana, *Scolecithrix danae* Lubbock, *Undinula vulgaris* Dana,

© А. М. Щепкина, В. В. Трусевич, Т. Я. Павловская, 1991

Euchaeta marina Prestandrea; в Индийском — 2 вида: *Gaussia princeps* Scott, *Pleuromamma xiphias* Giesbr, а также эуфазииды и креветки. Работа проведена на самках, за исключением креветок и эуфазиид, которых использовали без определения видовой и половой принадлежности.

Известно, что *Scolecithrix danae*, *Undinula vulgaris*, *Calanus* относятся к слабомигрирующим формам, постоянно обитающим в верхнем 300-метровом слое. *Euchaeta marina* совершает регулярные, но небольшие миграции в пределах этой же зоны. *Pl. xiphias*, *Gaussia princeps*, эуфазииды, креветки относятся к числу активных мигрантов, ежедневно мигрирующих до глубины 700—800 м и более [4]. В связи с этим исследовали содержание липидов в теле мигрантов, отловленных в верхнем (0—200 м) и нижнем (350—750 м) слоях воды. Материал собран во время 30-го рейса НИС «Академик Вернадский» в марте 1985 г. в западной части Атлантического океана на акватории шириной около 200 миль, расположенной вдоль побережья Южной Америки между 42° и 57° з. д. вне экономических зон Бразилии, Суринама и Гайяны, а также 23-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» в марте 1986 г. в Индийском океане на полигоне с координатами 5°—6° с. ш. и 88°—89° в. д.

Материал собирали сетью Джели (океаническая модель) и гипонейственной сетью. Планктон слабомигрирующих форм отбирали в вечернее время в горизонте 0—250 м. Отлов мигрирующих форм производили в дневное время (нижний горизонт обитания) перед подъемом и в ночное время суток (верхний горизонт) в начале появления. Каждая проба в зависимости от размеров тела животных включала от одного до нескольких десятков рачков и составляла 80—100 мг сырой массы. Липиды разделяли на фракции методом тонкослойной хроматографии [2]. Количественное содержание отдельных липидных фракций определяли колориметрическим методом на основе цветных реакций [5, 6, 8, 12].

Результаты и обсуждение. Данные о содержании липидов и их фракционном составе в теле исследованных видов зоопланктона, представленные в табл. 1 и 2, являются средними (с 3—4 проб). Как видно из табл. 1, все исследованные виды раков из Атлантического океана практически не различались по уровню общих липидов. Содержание их варьирует в пределах 2,0—2,3%, за исключением *Undinula vulgaris* (1,2%). Основные липидные фракции представлены фосфолипидами и триацилглицеринами, на долю которых приходится 38—47 и 29—39% соответственно. У всех исследованных видов выявлены воска, составляющие 9—19% общих липидов. Наиболее высокое содержание восков отмечено у *Euchaeta marina*. Содержание общих липидов в теле ракообразных из Индийского океана (табл. 2) также невелико и составляет 0,9—3,0% сырой массы рачков. Наиболее высокое содержание общих липидов наблюдали у *Gaussia princeps*, эуфазиид — активных мигрантов. Доминирующими фракциями липидов, как и у ракообразных Атлантического океана, являются фосфолипиды и триацилглицерины. Все исследованные виды, за исключением креветок, содержат воска.

Наши результаты хорошо согласуются с литературными данными. Так, Моррис показал, что у ракообразных тропической зоны, обитающих в верхних слоях воды, содержание липидов в общем низкое (1—2% сырой массы) и они присутствуют в основном в форме фосфолипидов и триацилглицеринов, доля восков не превышает 10% суммы липидов [3]. К аналогичному выводу приходят Ли и Хирота [9]. По мнению Раймонта, у эпипелагических видов декапод восков мало или они вовсе отсутствуют. По-видимому, отсутствие межвидовых различий в содержании липидов у исследованных видов зоопланктона Атлантического океана является отражением сходства их биологии, уровня подвижности. У обитателей промежуточных слоев (в основном на глубине 500 м и глубже) содержание липидов выше (3—12% сырой массы). Значительная доля представлена восками (30—80%), а остальная часть — триацилглицеринами [11]. Полученные нами материалы, а

Таблица 1. Содержание липидов в теле ракообразных из тропической части

Вид	Сумма липидов	Фосфолипиды	Холестерин	Неэстерифицированные жирные кислоты
<i>Calanus gracilis</i>	2,3±0,05	0,96±0,2	0,3 ±0,06	0,01±0,003
		41,5	14,2	0,6
<i>Euchaeta marina</i>	2,0±0,03	0,92±0,1	0,1 ±0,03	Следы
		41	6,2	
<i>Scolecithrix danae</i>	2,0±0,07	0,8 ±0,08	0,2 ±0,04	„
		38,9	10,3	
<i>Undinula vulgaris</i>	1,2±0,1	0,6 ±0,05	0,09±0,01	0,01±0,003
		47	6,9	1,0

* Над чертой — % на сырую массу ткани, под чертой — % от общей суммы липидов.

Таблица 2. Содержание липидов в теле ракообразных из тропической части

Вид	Слой воды, м	Сумма липидов	Фосфолипиды	Холестерин	Жирные кислоты
<i>Gaussia princeps</i>	400—700	2,6±0,2	1,0 ±0,009	0,2 ±0,01	следы
			38,2	7,8	
<i>Gaussia princeps</i>	0—200	1,3±0,1	0,5 ±0,1	0,02±0,003	0,01 ±0,001
			36,5	1,9	1,4
Эуфазииды	400—700	3,0±0,3	1,7 ±0,2	0,2 ±0,02	0,006±0,001
			57,2	7,3	0,2
Эуфазииды	0—200	1,9±0,1	0,98±0,03	0,2 ±0,06	0,03 ±0,01
			52,0	9,0	1,9
<i>Pleuromamma xiphioides</i>	400—700	1,4±0,1	0,7 ±0,1	0,1 ±0,02	0,03 ±0,003
			53	9,0	2,0
<i>Pleuromamma xiphioides</i>	0—200	1,3±0,1	0,6 ±0,04	0,03±0,008	0,06 ±0,009
			47	2,5	4,2
Креветки	250—550	1,1±0,001	0,29±0,07	0,35±0,01	следы
			25,1	32,1	
Креветки	0—200	0,9±0,08	0,3 ±0,07	0,3 ±0,01	0,01 ±0,003
			32	31,2	2,0

* Над чертой — % на сырую массу ткани, под чертой — % от общей суммы липидов.

также литературные данные позволяют заключить, что в целом у поверхностных видов тропического зоопланктона содержание общих липидов низкое, а основные нейтральные липиды представлены триацилглицеринами. Считают, что низкий уровень вообще и восков в частности в тропическом зоопланктоне из исследуемых районов связан, с одной стороны, с олиготрофностью этих районов, с другой — с тем, что обитание в слоях с постоянным наличием пищи позволяет зоопланктону не накапливать большие липидные запасы [113].

В теле рачков-мигрантов мы определяли содержание липидов в верхнем и нижнем горизонтах — крайних точках миграционного пути, в нижнем горизонте перед подъемом и в верхнем — в начале появления. Как видно из представленных материалов (см. табл. 2), содержание общих липидов в теле *Gaussia princeps* и эуфазид, живущих в нижнем слое обитания (400—700 м), почти в 2 раза выше, чем у животных из верхнего слоя (0—200 м), при этом они существенно различаются по содержанию восков и фосфолипидов. Поднятие в верхний слой сопровождается уменьшением содержания восков почти в 2 раза. В теле же

Атлантического океана * ($M \pm m$)

Триацилглицерины	Воска	Эфиры холестерина
0,7 $\pm$ 0,04	0,3 $\pm$ 0,008	Следы
29,6	13,8	
0,6 $\pm$ 0,04	0,4 $\pm$ 0,03	"
29	19,5	
0,7 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,04	"
39,6	11,1	
0,4 $\pm$ 0,04	0,1 $\pm$ 0,001	0,01 $\pm$ 0,001
33,2	9,6	1,5

Индийского океана * ($M \pm m$)

Триацилглицерины	Воска	Эфиры холестерина
0,9 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,02	0,01 $\pm$ 0,001
33,5	20,1	0,3
0,6 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,02	0,008 $\pm$ 0,001
44,3	15,0	0,5
0,4 $\pm$ 0,01	0,6 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,001
12,6	21,4	1,0
0,3 $\pm$ 0,09	0,3 $\pm$ 0,09	0,03 $\pm$ 0,007
16,5	18,9	1,5
0,3 $\pm$ 0,04	0,2 $\pm$ 0,004	0,02 $\pm$ 0,002
22,8	12,0	1,0
0,3 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,003	0,08 $\pm$ 0,01
25,2	13,8	6,5
0,26 $\pm$ 0,07	—	0,15 $\pm$ 0,01
23,6	—	12,9
0,2 $\pm$ 0,04	—	0,02 $\pm$ 0,008
31,8	—	2,9

креветок и *Pl. xiphius* из верхнего и нижнего горизонтов нет различий в содержании общих липидов. Разницу наблюдали только в содержании отдельных липидных фракций. Следует отметить, что наличие свободных жирных кислот у всех исследованных видов в верхнем слое выше в несколько раз по сравнению с животными нижнего слоя. Возможно, интенсивная мышечная работа, связанная с поднятием рачков в верхний слой, приводит к усиленному липолизу и увеличению содержания жирных кислот в их теле.

Таким образом, самое высокое содержание общих липидов отмечено в теле глубоководных мигрантов *Gaussia* и у эуфазиид. Изменение состава общих липидов при вертикальных миграциях у этих форм происходит в основном за счет уменьшения содержания восков. Как считают большинство исследователей, многие ракообразные совершают вертикальные миграции в зону питания. Подъем сопровождается снижением запасов восков, миграция вниз — увеличением их запасов [14]. Показано, что воска могут быть использованы как энергетический резерв во время развития оплодотворенных яиц, личинки и других физиологических функций. Так, например, при голодании у взрослых каланусов воска быстро превращаются в триацилглицерины [11, 14]. Полагают также, что воска используются для поддержания положительной плавучести, когда раки возвращаются из поверхностных вод в глубинные, где наступает фаза отдыха. Возможно, снижение со-

держания восков, наблюдаемое нами у ярко выраженных мигрантов *Gaussia princeps* и эуфазиид, также объясняется вышеназванными причинами.

Представленные материалы позволяют заключить, что общее содержание липидов у массовых видов тропического зоопланктона Атлантического и Индийского океанов сравнительно невелико и не превышает 2,0—2,3% у приповерхностных немигрирующих и слабомигрирующих форм, 3% — у глубоководных мигрантов. Доминирующими фракциями являются фосфолипиды и триацилглицерины. Для всех исследованных видов характерно наличие восков в количестве 9—19% общего содержания липидов. Вертикальные миграции сопровождаются снижением содержания общих липидов и восков при подъеме планктона в верхние горизонты обитания.

1. Петипа Т. С. Трофодинамика копепод в морских планктонных сообществах. — Киев: Наук. думка, 1981. — 242 с.
2. Прохорова М. Н., Туликова З. Н. Большой практикум по углеводному и липидному обмену. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1965. — 110 с.

3. Раймонт Дж. Планктон и продуктивность океана. — М.: Агропромиздат, 1988. — Т. 2, ч. 2. — 355 с.
4. Тимонин А. Г., Воронина Н. М. Распределение сетного зоопланктона вдоль экватора // Тр. Ин-та океанологии. — 1975. — 102. — С. 213—237.
5. Шабанова Н. А. Количественное определение фосфолипидов в мышце сердца крыс методом ТСХ // Биохимия. — 1967. — 32, № 6. — С. 1155—1160.
6. Шенелев В. М. О колориметрическом определении эфирно-связанных жирных кислот // Лаб. дело. — 1973. — № 12. — С. 738—750.
7. Clarke A. Lipid content and composition of Antarctic krill, *Euphasia superba* Dana // J. Crustac. Biol. — 1984. — 4, N 1. — P. 285—294.
8. Folch J., Lees M., Stanley G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues // J. Biol. Chem. — 1957. — 226. — P. 497—509.
9. Lee R. F., Hirota J. and Barnett A. M. Distribution and importance of wax esters in marine copepods and other zooplankton // Deep-Sea Res. — 1971. — 18. — P. 1147—1165.
10. Lee R. F., Nevenzel and Paffenhöfer. Wax esters in marine copepods. // Science. — 1970. — 167. — P. 1510—1511.
11. Nevenzel J. Occurrence, function and biosynthesis of wax esters in marine organisms // Lipids. — 1970. — 5, N 3. — P. 308—319.
12. Nowak M. Colorimetric ultramicromethod for the determination of free acids // J. Lipid Res. — 1965. — 6. — P. 431—433.
13. Reinhardt S. B., Van Vleet E. S. Lipid composition of twentytwo species of Antarctic midwater zooplankton and fish // Mar. Biol. — 1986. — 91, N 2. — P. 149—159.
14. Sargent J. R. Marine wax esters // Sci. Prog. Oxf. — 1978. — 65. — P. 437—458.

Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского АН УССР,
Севастополь

Получено 10.07.89

A. M. SHCHERKINA, V. V. TRUSEVICH, T. Ya. PAVLOVSKAYA

PECULIARITIES OF LIPID COMPOSITION IN SOME REPRESENTATIVES OF THE MASS SPECIES OF TROPICAL ZOOPLANKTON FROM THE ATLANTIC AND INDIAN OCEAN

Summary

Study of the total content and fractional composition of lipids in some representatives of the mass species of zooplankton of the tropical zone (oligotrophic regions) in Atlantic and Indian oceans has shown that the content of total lipids in weakly-migrating forms does not exceed 2,3%, that in migrants — 3,0%. Phospholipids and triacylglycerines are dominating fractions. All the species, except for shrimps contain 9—19% of wax from the total content of lipids. Vertical migrations are accompanied by a decrease in content of the total lipids and waxes under the rise to the upper horizons of habitat.

УДК 594.124/591.134.2

Г. И. АБОЛМАСОВА, С. А. ЩЕРБАНЬ

РОСТ МИДИЙ MYTILUS GALLOPROVINCIALIS НА ПРОТЯЖЕНИИ ГОДОВОГО ЦИКЛА В БУХТАХ ЛАСПИ И КАЗАЧЬЯ

Исследована динамика линейного и массового роста у мидий *Mytilus galloprovincialis* трех размерных групп из разных бухт обитания на протяжении годового цикла. Полученные результаты позволили установить сходство и различие в темпах роста. Мидии в бухте Ласпи по темпу линейного и массового роста превосходят моллюсков из бухты Казачья. Характер изменения массы сухого вещества ткани на протяжении большей части годового цикла одинаков у моллюсков из обеих бухт, что можно объяснить синхронностью процессов гаметогенеза. Наиболее интенсивный рост отмечен у всех размерных групп в летние месяцы при температурах 18,4—22,7°C.

Оценка роли мидий в функционировании сообществ, так же как и работа по аквакультуре моллюсков, должна основываться на эколого-физиологических закономерностях трансформации вещества и энергии данного вида в конкретных условиях существования. Большая часть

© Г. И. Аболмасова, С. А. Щербань, 1991