

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК, 1999, том 369, № 5, с. 715-717

ОБЩАЯ
БИОЛОГИЯ

УДК 595.341.1:577.115.551.46(262.5)

О СВЯЗИ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ЛИПИДОВ
У ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛЯНУСА *CALANUS EUXINUS*
И ДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ ВОДНОЙ СРЕДЫ
ЕГО ОБИТАНИЯ

© 1999 г. Т. В. Юнева, О. А. Юнев, Ф. Бингель, А. Э. Кидейс, Г. Е. Шульман.

Представлено академиком М.Е. Виноградовым 17.01.99 г.

Поступило 21.01.99 г.

Calanus euxinus является основным трофическим звеном между фитопланктоном и многими видами рыб в открытой части Черного моря. Плодовитость каланусов и их пищевая ценность во многом определяются уровнем и качественным составом липидов, накапленных ими на старших стадиях развития [1].

В экспериментальных и полевых исследованиях, проведенных на близкородственных видах каланусов (*C. finmaricus*, *C. helgolandicus*, *C. pacificus*) из различных районов Мирового океана, было показано, что содержание в их теле тотальных липидов и основных липидных классов – восков (В), триацилглициринов (ТАГ) и фосфолипидов (ФЛ) – зависит от обеспеченности раков пищей (концентрации и состава потребляемого фитопланктона) [1–5]. Во время экспедиций нис “Профессор Водяницкий” (Институт биологии южных морей НАН Украины) летом 1991 г. в северной половине Черного моря нами была установлена тесная связь между содержанием липидов в теле активно питающихся 5 копеподитов и самок *C. euxinus*, с одной стороны, и концентрацией хлорофилла, а также биомассой диатомовых и крупных перидиниевых водорослей в воде, с другой [6]. Следует отметить, что такие связи выявляются далеко не всегда. Это объясняют возможностью питания каланусов в малых скоплениях фитопланктона, недоступных обычным измерениям, включением в их рацион животной пищи, бактерий, детрита и т.д. [7–9].

Однако можно предположить, что при любом типе питания обеспеченность каланусов пищей является отражением общей продуктивности вод-

ных масс в местах обитания раков. Квазиперманентные гидрофизические условия – интенсивность и разная направленность происходящих в поверхностных слоях воды циркуляционных процессов – обеспечивают соответствующий уровень основных биогенных элементов (нитратов и фосфатов) в эвфотическом слое и могут быть причиной пространственной изменчивости первичной и вторичной продукции [10, 11].

Представляло интерес исследовать зависимость между результатирующей обеспеченностью пищей каланусов (содержанием липидов в теле) и динамической активностью водных масс в местах их обитания. В качестве характеристики динамической активности использовали нижнюю границу аэробного слоя, определяемую по глубине локализации величины условной плотности (σ_t), равной 16.2. Подъем $\sigma_t = 16.2$ в Черном море до глубины 100–120 м указывает на циклональную, а опускание до глубины 160–200 м – на антициклональную завихренность [12].

Материал для исследований был собран в южной части Черного моря в двух рейсах нис “Билим” (Институт морских наук, Эрдемли, Турция) в сентябре–октябре 1996 г. и в июле 1997 г. (рис. 1). Каланусов ловили планктонной сетью Нансена (диаметр 0.7 м, 112 мкм меш). Для анализа использовали самок длиной 3.3–3.5 мм. Липиды экстрагировали смесью хлороформа–метанола (2 : 1 по объему), определение содержания тотальных липидов в экстрактах проводили сульфованилиновым методом [13], отдельных липидных классов – методом тонкослойной хроматографии и последующей денситометрии, как описано нами ранее [14]. Содержание липидов выражали в мкг на экземпляр.

Физические характеристики водных масс (T° , $S\%$, σ_t), на станциях определяли с помощью зондирующего гидрологического комплекса типа Sea Bird (SBE-9).

Гипотеза о том, что содержание липидов в теле каланусов зависит от динамической активности

Институт биологии южных морей
им. А.О. Ковалевского Национальной Академии наук
Украины, Севастополь

Институт морских наук.
Средне-Восточный технический университет,
Эрдемли, Турция

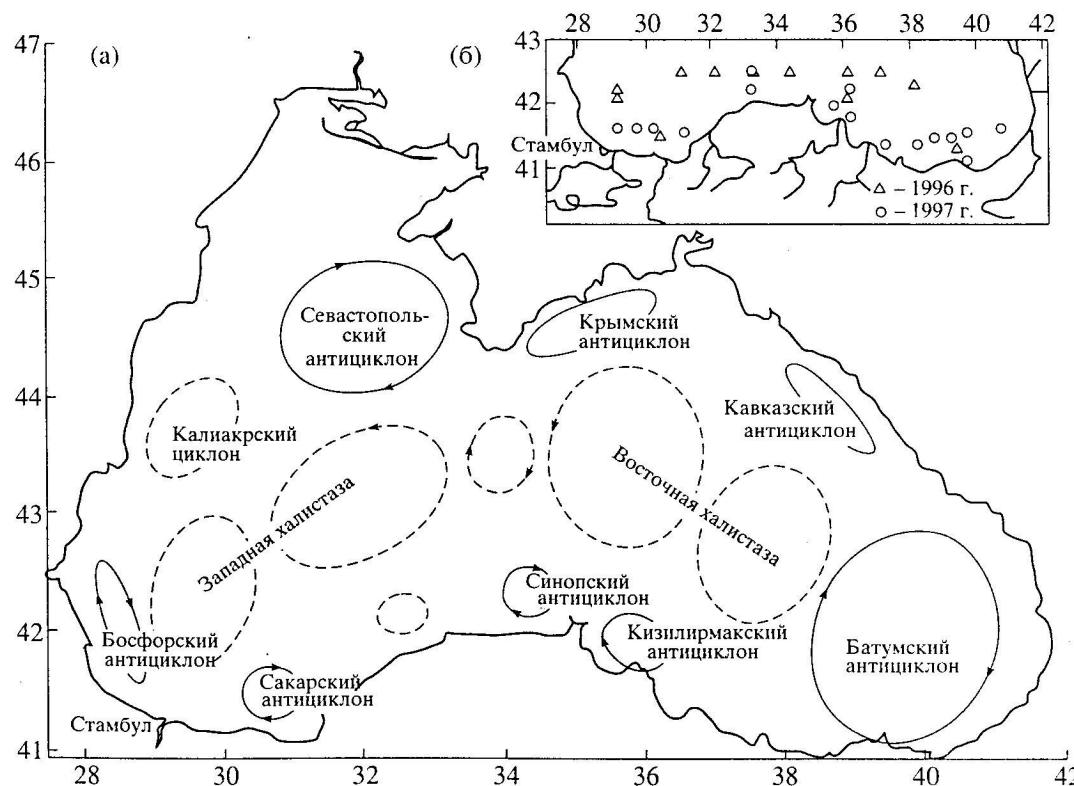


Рис. 1. а – схема основных квазиперманентных циркуляций в поверхностном слое Черного моря [15] и б – локализация станций, выполненных в сентябре–октябре 1996 г. и июле 1997 г. в южной части моря во время рейсов нис “Билим” (Турция).

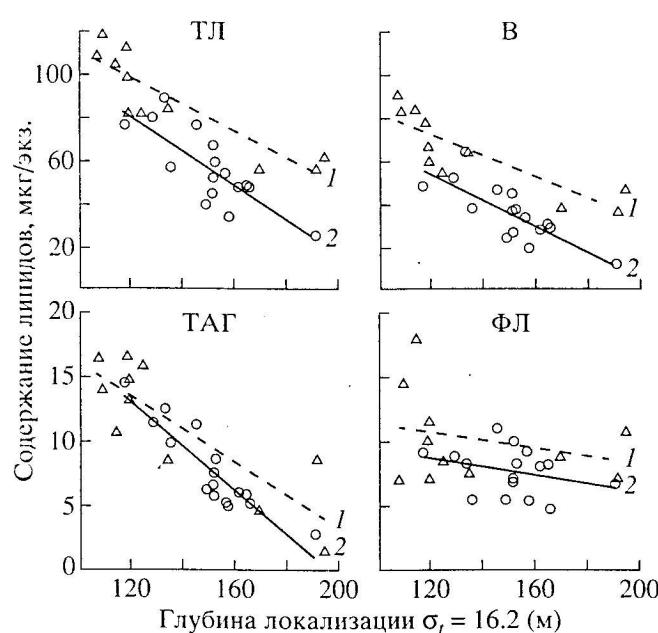


Рис. 2. Связь между содержанием липидов у самок *C. euxinus* и динамической активностью водных масс (по глубине локализации $\sigma_t = 16.2$) в местах сбора зоопланктонных проб в сентябре–октябре 1996 г. (1) и июле 1997 г. (2). ТЛ – тотальные липиды, В – воска, ТАГ – триацилглицерины, ФЛ – фосфолипиды.

водной среды их обитания, проверялась использованием простого линейного корреляционного анализа и стандартного компьютерного пакета ANOVA.

Результаты исследований представлены на рис. 2 и в табл. 1. Из приведенных материалов следует, что существует высокая отрицательная корреляция между содержанием резервных липидов (восков и триацилглицеринов), а также тотальных липидов (в среднем на 72% состоящих из первых и на 10% из вторых компонентов) в теле калянусов и глубиной локализации $\sigma_t = 16.2$. Для фосфолипидов, основных структурных компонентов клеточных мембран, такая связь практически отсутствует.

Следовательно, подтверждается гипотеза о том, что динамическая активность водных масс в южной части Черного моря влияет на формирование кормовой базы калянусов, индикатором которой является прежде всего уровень накопления резервных липидов (восков и триацилглицеринов) в организме. В местах, где нижняя граница кислородсодержащего слоя поднимается выше (предельные значения глубины локализации $\sigma_t = 16.2$ для районов с выраженной циклональной активностью соответствуют 100–110 м), обеспеченность пищей и условия для накопления резервных липидов у

Таблица 1. Статистические параметры зависимости $Y = AX + B$ по рис. 2

Вещество	1996 ($n = 11$)						1997 ($n = 16$)					
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	σ	<i>cV</i>	<i>P</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	σ	<i>cV</i>	<i>P</i>
ТЛ	-0.61	172	0.89	10.8	12.2	<0.01	-0.80	178	0.79	11.1	19.7	<0.01
В	-0.48	130	0.85	10.0	15.6	<0.005	-0.60	127	0.79	8.3	23.0	<0.01
ТАГ	-0.13	29.3	0.84	2.8	24.8	<0.01	-0.17	33.8	0.90	1.5	19.0	<0.005
ФЛ	-0.03	14.0	0.28	3.5	35.0	>0.1	-0.03	12.5	0.30	1.8	23.5	>0.1

Примечания. *r* – коэффициент корреляции, σ – среднее квадратичное отклонение, *cV* – коэффициент вариации, *P* – критерий значимости, *n* – число измерений, *A* и *B* – коэффициенты, см. текст.

калянусов лучше. Что касается структурных липидов (фосфолипидов), то их содержание достаточно консервативно и в большей степени зависит от размера раков (в наших анализах практически одинаковых), чем от обеспеченности пищей [3, 4].

Более подробно механизм влияния динамической активности водных масс на формирование кормовой базы каллянусов был прослежен нами при сравнении данных, полученных на станциях с выраженной циклональной и антициклональной завихренностью [14]. В циклональных регионах были отмечены существенно большие концентрации нитратов, фосфатов в зоне фотосинтеза и хлорофилла – индикатора биомассы фитопланктона, который может служить пищей для каллянусов.

Важно отметить, что количественные выражения найденных зависимостей для 1996 и 1997 гг. (коэффициенты *A* и *B* в линейном уравнении) достаточно близки между собой, несмотря на временные и пространственные различия в проведении наблюдений (табл. 1).

В целом, уровень накопления резервных липидов в теле самок *C. euxinus* оказался хорошим индикатором, который отражает пространственную изменчивость не только биотических, но и абиотических факторов среды обитания и может быть использован при мониторинге “благополучия” этого важного компонента экосистемы пелагиали Черного моря.

Мы благодарны Л.С. Светличному и З.А. Романовой за сбор материала и экипажу судна “Билим” за помощь в сборе материала в море. Работа выполнена при поддержке Научного и Технического совета Турции (TUBITAK) и гранта НАТО (ENVIR.LG.973262).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sargent J.R., Henderson R.J. Lipid. The Biological Chemistry of Marine Copepods. Oxford: Clarendon Press, 1986. P. 59–108.
2. Marshall S.M., Orr A.P. The Biology of a Marine Copepod. B.: Heidelberg; N.Y.: Springer, 1972. P. 195.
3. Hakanson J.L. // Limnol. Oceanogr. 1984. V. 29. P. 794–804.
4. Hakanson J.L. // Ibid. 1987. V. 32. P. 881–894.
5. Lee R.F., Nevenzel J.C., Paffenhofer G.A. // J. Lipid Res. 1970. V. 11. P. 237–240.
6. Юнева Т.В., Светличный Л.С., Юнев О.А. и др. // Океанология. 1997. Т. 37. С. 745–752.
7. Willason S.W., Favuzzi J., Cox J.L. // Fish. Bull. 1993. V. 84. P. 157–176.
8. Ohman M.D., Runge J.A. // Limnol Oceanogr. 1994. V. 39. P. 21–36.
9. Петина Т.С. Трофодинамика копепод в морских планктонных сообществах. Киев: Наук. думка, 1981. 242 с.
10. Раймонд Дж. Планктон и продуктивность океана. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. Т. 1. 568 с.
11. Виноградов М.Е., Сапожников В.В., Шушкина Е.А. Экосистема Черного моря. М.: Наука, 1992. 122 с.
12. Murray J.W., Codispoti L.A., Frederich G.E. Redox Environments: The Suboxic Zone in the Black Sea. Wash. (DC): Amer. Chem. Soc. 1993. 156 p.
13. Кейтс М. Техника липидологии. М.: Мир, 1975. 322 с.
14. Shulman G.E., Yuneva T.V., Yunev O.A. et al. NATO TU-Black Sea Project Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea. Symposium on Scientific Results. Dordrecht; Boston; L.: Kluwer, 1998. P. 263–279.
15. Oguz T., Latun V.S., Latif M.A. et al. // Deep-Sea Res. J. 1993. V. 40. P. 1597–1612.