

К. М. ХАВЛОВ

УТИЛИЗАЦИЯ РАСТВОРЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
МОРСКОЙ ВОДЫ ИГЛОКОЖИМИ И МОЛЛЮСКАМИ

(Представлено академиком Л. А. Зенкевичем 1 VI 1970)

В последнее время, после длительного перерыва со времени дискуссии Пюттера и Крога (<sup>1</sup>), вновь делаются попытки количественно оценить роль растворенного органического вещества (р.о.в.) морской воды в питании беспозвоночных (<sup>2-5</sup>). Детально проведенные исследования, а также привлечение новых методических средств уже дали интересные результаты, но объективной оценки трофической роли р.о.в. по сравнению с твердой пищей до сих пор нет. Более того, какой-либо единой величины, отражающей эту роль, по-видимому, нет вообще, так как она существенно различна у разных видов (<sup>6</sup>). Другая причина различий в величине утилизации р.о.в. была недавно обнаружена Рейшем и Стифенсом (<sup>3</sup>), которые показали, что скорость утилизации р.о.в. из воды (в частности, растворенного глицина) полихетами *Neanthes aeneoedentata* зависит от веса их тела. Однако эти авторы выразили полученную зависимость в форме, малоудобной для трофодинамических расчетов и сравнений. Кроме того осталось неясным, насколько такая зависимость типична вообще.

Широко известна (<sup>7, 8</sup>) обратная зависимость между весом тела  $W$  и удельной скоростью ряда физиологических и трофодинамических процессов  $Q/W$ , выражаемая степенным уравнением вида

$$Q/W = aW^{b-1},$$

где  $a$  — коэффициент, показывающий интенсивность процесса у организма, весящего 1 г или 1 мг. Имея это в виду, мы предположили, что наблюдение в (<sup>3</sup>) отражает ту же закономерность. Задача работы заключалась в проверке этого предположения и в определении величины использования р.о.в. на рост у ряда иглокожих и моллюсков Баренцева моря.

В одной серии экспериментов изучалось накопление в теле радиоактивного углерода из морской воды, содержащей меченный по  $C^{14}$  гидролизат

Таблица 1

Сравнительная интенсивность накопления в теле беспозвоночных растворенного в морской воде гидролизата клеток *Platimonas viridis*

Организм	Пределы различий веса (и средний сухой вес) тела, мг	Число особей в опыте	Средняя удельная активность, имп·мин <sup>-1</sup> ·мг <sup>-1</sup>			
			общая	белки	липиды	поверхностная слизь
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	2—117 (39)	9	52	165	65	—
<i>Ophiura sarsi</i>	8—55 (23)	10	13	52	26	—
<i>Doto coronata</i>	0,5—2,5 (1,4)	9	104	36	24	—
<i>Dendronotus frondosus</i>	5—11 (8,4)	6	31	58	20	58
<i>Cadlina laevis</i>	3—98 (20)	7	45	46	40	65
<i>Coryphella</i> sp.	— (8,5)	2	69	84	—	10
<i>Acmaea testudinalis</i>	0,5—15 (3,8)	29	65	47	41	—



клеток *Platimonas viridis*. Животные разного размера (табл. 1) находились в течение 12 час. в среде, содержащей  $C^{14}$ , при концентрации р.о.в., равной 1,42 мг/л. Накопление радиоактивного изотопа в теле отражает использование р.о.в. на рост, что ниже суммарной скорости утилизации на величину метаболических потерь. У *Asterias rubens*, например, последние составляют  $\sim 30\%$  от накопления в теле. Факт использования углерода р.о.в. на ростовые процессы доказывается его интенсивным включением в белки и липиды (табл. 1). У большинства изучавшихся видов трофически ценные компоненты р.о.в. наиболее интенсивно включаются в синтез белков и в меньшей мере в синтез липидов. Относительно невысокая интенсивность включения метки в состав поверхностных слизей говорит о том, что накопление обусловлено в основном быстрым транспортом р.о.в. во внутрь тела, а не его физико-химическим или биохимическим связыванием на поверхности.

Зависимость удельной скорости утилизации р.о.в. при концентрации 1,42 мг/л и  $10^\circ$  от веса тела у нескольких видов моллюсков показана на рис. 1, а уравнения, описывающие эту зависимость в численной форме (рассчитаны методом наименьших квадратов), имеют следующее выражение:

*Mytilus edulis*, тело целиком:

$$G/W = 0,438 W^{-0,1133};$$

*Mytilus edulis*, белки тела:

$$G/W = 3,210 W^{-0,1148};$$

*Acmaea testudinalis*, тело без раковины:

$$G/W = 0,9891 W^{-0,2497};$$

*Cadlina laevis*, тело целиком:

$$G/W = 0,9504 W^{-0,2537},$$

где  $G$  — прирост за счет трофически ценных компонентов р.о.в.,  $\gamma \cdot \text{мг}^{-2}$  в сутки;  $W$  — абсолютно сухой вес тела, мг; степень — это  $(k-1)$ , т. е. названный выше коэффициент,  $\gamma$  на тело весом 1 мг сухого веса.

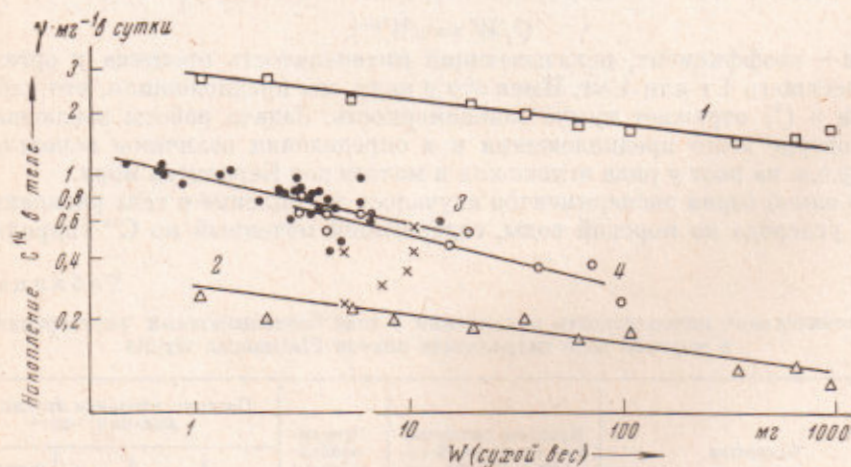


Рис. 1. Зависимость скорости утилизации растворенного в морской воде гидролизата клеток *Platimonas viridis* моллюсками от веса их тела: 1 — *Mytilus edulis*, белки тела; 2 — *Mytilus edulis*, тело с раковины; 3 — *Acmaea testudinalis*, тело без раковины; 4 — *Cadlina laevis*

В другой серии экспериментов анализировалась зависимость удельной скорости использования на рост растворенного в морской воде гидролизата макрофитов — *Fucus vesiculosus*, одного из видов, доминирующих в сообществах баранцевоморских макрофитов и выделяющих в воду значи-



тельное количество трофически ценных органических веществ (<sup>9</sup>). Концентрация  $C^{14}$ , содержащаяся в р.о.в. при этих экспериментах, составляла 2,67 мг/л, температура  $10^{\circ}$ , а время пребывания животных в воде равнялось 4 час. Полученные удельные скорости рассчитаны на сутки (при допущении, что они не изменяются в течение суток). Соответствующие зависимости отражены на рис. 2 и в численной форме имеют вид:

$$\begin{aligned} \text{Asterias rubens:} \\ G/W &= 4,65W^{-0,2032}; \\ \text{Henricia sanguinolenta:} \\ G/W &= 0,99W^{-0,2891}; \\ \text{Ophiura sarsi:} \\ G/W &= 2,81W^{-0,4668}; \\ \text{Ophiopholis aculeata:} \\ G/W &= 3,23W^{-0,2763}. \end{aligned}$$

Полученные результаты показывают, что обратная зависимость между весом тела и удельной скоростью утилизации р.о.в., обнаруженная Рейшем и Стифенсом (<sup>3</sup>) у одной из полихет, характерна также и для иглокожих и моллюсков, а возможно, является и более универсальной. Однако, кроме размера тела, скорость утилизации р.о.в. определяется видовой спецификой обмена, так как каждому виду свойствен свой собственный «уровень» величин, отражаемых коэффициентом  $a$ , который различается у разных видов весьма значительно.

Величины, характеризующие удельные скорости утилизации р.о.в. животными, давая материал для сравнения этой функции у разных видов и размерных групп, сами по себе мало раскрывают значение его в общем материально-энергетическом балансе изучаемых видов. Для суждения об этом необходимо сопоставить их с другими физиологическими или трофо-динамическими характеристиками тех же животных.

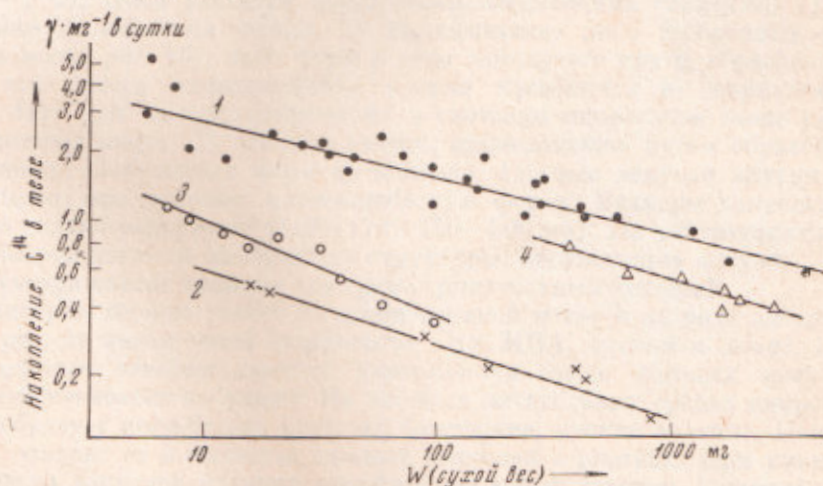


Рис. 2. Зависимость скорости утилизации растворенного в морской воде гидролизата талломов *Fucus vesiculosus* иглокожими от веса их тела: 1 — *Asterias rubens*; 2 — *Henricia sanguinolenta*; 3 — *Ophiura sarsi*; 4 — *Ophiopholis aculeata*

Утилизация р.о.в. при  $10^{\circ}$  и концентрации р.о.в. равной 18 мг/л, сравнивалась нами с общим приростом звезд *A. rubens* при температуре  $10,5$ — $11,5^{\circ}$ , рассчитанным В. Е. Зайкой по данным Г. Веверса (<sup>10</sup>). Прирост за счет р.о.в. трофически ценных компонентов талломов *F. vesiculosus* составляет у особей разного размера примерно одну и ту же величину 9—



10% от общего прироста. Из них две трети составляет прирост органического вещества (6,1—6,7%), а остальное приходится на внутренний карбонатный скелет тела.

Отметим, что концентрация р.о.в., составляющая 18 мг/л (по данным В. Е. Ерохина), типична для биотина *A. tubens* в зарослях прибрежных макрофитов, так что приведенный расчет отражает реальные условия, в которых находится изучаемый вид. Нам представляется, что величина 9—10% от общего прироста достаточно велика, чтобы учитывать этот фактор дополнительного питания в трофодинамических расчетах, претендующих на точность. В то же время она далеко не столь велика, как это можно было бы предполагать на основании гипотезы Пюттера. Подчеркнем, однако, что у беспозвоночных с меньшим индивидуальным весом доля р.о.в. в питании может оказаться выше (6).

Институт биологии южных морей  
Академии наук УССР  
Севастополь

Поступило  
4 VI 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> A. Krogh, Biol. Rev., 6, 412 (1931). <sup>2</sup> G. C. Stephens, Comp. Biochem. Physiol., 10, 191 (1963). <sup>3</sup> D. J. Reish, G. C. Stephens, Marine Biol., 3, 352 (1969). <sup>4</sup> R. E. Johannes, S. J. Coward, K. L. Webb, Comp. Biochem. Physiol., 29, 283 (1969). <sup>5</sup> J. C. Ferguson, Biol. Bull., 133, 317 (1967). <sup>6</sup> К. М. Хайлов, В. Е. Ерохин, Океанология, № 7 (1970). <sup>7</sup> В. С. Ивлев, Физиология морских животных, «Наука», 1967. <sup>8</sup> Л. М. Сущенко, Н. Н. Хмелева, ДАН, 176, 1428 (1967). <sup>9</sup> К. М. Khailov, Z. P. Burlakova, Limnol. Oceanogr., 4, 521 (1969). <sup>10</sup> H. G. Vevers, J. Marine Biol. Assoc. U. K., 28, 165 (1949).