

ПРОВ 98

Пров. 1980

ПРОВ 2010

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ  
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

---

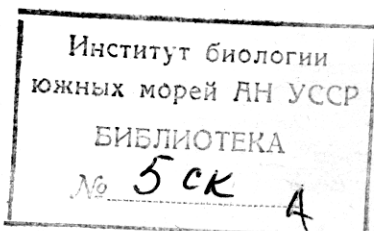
# Экология моря

---

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ  
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1980 г.

Выпуск 2



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1980

6. Степанов В. Н., Светличный Л. С. Результаты исследования на моделях гидродинамического сопротивления некоторых видов Copepoda. — Биология моря, Киев, 1976, вып. 39, с. 42—46.
7. Степанов В. Н., Светличный Л. С. Методы определения объемов планктонных ракообразных. — Биология моря, Киев, 1976, вып. 39, с. 46—51.
8. Eyden D. Specific gravity as a factor in the vertical distribution of plankton. — Proc. Cambr. Phil. Soc. Biol. Sci., 1923, N 1, p. 49—55.
9. Gardiner A. C. Vertical distribution in *Calanus finmarchicus*. — J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 1933, 18, N 2, p. 575—610.
10. Marshall S. M., Orr A. P. The biology of a marine copepod *calanus finmarchicus* (Gunnervus). — London, 1972. — 194 p.
11. Shildress S. S., Nygaard M. Chemical composition and buoyancy of midwater crustaceans as function of depth of occurrence of Southern California. — Mar. Biol., 1974, 27, N 3, p. 225—238.

Институт биологии южных морей  
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию  
21.03.78

L. S. SVETLICHNY

## ON CERTAIN DYNAMIC PARAMETERS OF TROPICAL COPEPOD PASSIVE SUBMERSION

### Summary

The passive submersion rate and the body mean density were measured for tropical copepod mass representatives, and the results obtained are given in the paper.

The organism submersion rate is revealed to be dependent on water temperature.

УДК 592:591.133.2:591.5(26)

З. А. МУРАВСКАЯ, Е. В. ПАВЛОВА, Г. Е. ШУЛЬМАН

## О ПОТРЕБЛЕНИИ КИСЛОРОДА И ЭКСКРЕЦИИ АЗОТА У *CALANUS HELGOLANDICUS* (CLAUS) И *PONTELLA MEDITERRANEA* CLAUS

Изучение закономерностей потребления кислорода, экскреции азота и использования белка в энергетическом обмене у морских организмов имеет существенное значение для количественных расчетов, связанных с проблемой биологической продуктивности. На морских беспозвоночных, в основном на планктонных ракообразных, показано влияние различных факторов на указанные параметры [7—10, 19, 21—27].

У различных видов копепод уровни потребления кислорода и экскреции азота при одинаковых стандартных условиях в каких-то пределах являются сходными [1, 6, 17, 29]. В то же время на фоне общей закономерности зависимости обмена от размеров, отличия в величинах обмена у отдельных видов, объясняемые особенностями экологии и функциональной морфологии, очевидно, существуют. Выявлены различия в уровнях потребления кислорода [11], экскреции азота и соотношения обеих величин у растительноядных и хищных копепод [21]. У различных морских беспозвоночных, в том числе ракообразных, отмечена связь уровня экскреции азота и потребления кислорода с относительным содержанием белка в теле и двигательной активностью [7, 9].

Среди копепод наиболее тщательно изучали показатели обмена у калянусов. Виды рода *Pontella* менее исследованы, хотя составляют многочисленную группу планктонных ракообразных и отличаются от калянусов особенностями обитания, характером питания и поведения. Представляло интерес выяснить, как влияют экологические различия на уровни экскреции азота, потребления кислорода, состав тела и энергетическую роль белка в общем обмене у этих двух видов.

**Материалы и методы исследований.** Работа проведена на *C. helgolandicus* из Черного моря и *P. mediterranea* из Эгейского моря во время экспедиции на НИС «Академик А. Ковалевский» в июне—июле 1977 г. Лов *Calanus* производили планктонной сетью типа Джом днем в слое 100—60 м, ночью — в слое 30—0 м, *Pontella* — гипоней-стонной сетью во время дрейфа корабля или на самом малом ходу. Отобранных из ловов одноразмерных животных данного вида помещали в сосуды с водой, фильтрованной через мембранный фильтр № 5, и выдерживали в течение 1—2 ч для освобождения кишечника. Температура воды при содержании рачков в лабораторных условиях и дальнейших экспериментах соответствовала температуре естественных условий обитания и колебалась от 22 до 24° С. Величину потребляемого рачками кислорода определяли у *Pontella* в респирометрах объемом около 0,6 л (30—40 экз.). При измерениях у копеподитных стадий использовали респирометры объемом 300 и 120 мл (в зависимости от размера животных). Время экспозиции 4—6 ч. Количество кислорода измеряли методом Винклера.

Чтобы определить величины экскреции азота, в 100 мл фильтрованной морской воды помещали 50 экз. взрослых или 100 экз. молодых копепод. Контролем служила морская вода без животных. После 6-часовой экспозиции воду пропускали через мембранный фильтр: в фильтрате измеряли количество азота аммиака, выделенного животными.

Для получения более полных данных о потреблении кислорода и экскреции азота рачками эксперименты ставили днем и ночью, однако статистически достоверных изменений обмена у подопытных рачков обнаружено не было.

Животных взвешивали на микроаналитических весах МСД-1000; сухую массу определяли после высушивания в шкафу при 60° С, содержание золы — после сжигания в муфельной печи при температуре 450° С. Содержание выделенного животными азота аммиака измеряли микрометодом Конвея. Белок в теле рачков определяли микрометодом Кьельдаля, липиды — гравиметрически после экстрагирования хлороформ-метаноловой смесью (2:1). Каждое измерение показателей химического состава тела копепод выполнено не менее чем на 50 экз. При расчетах количества расходуемого белка по величине выделенного азота аммиака принимали, что белок окисляется полностью до конечных продуктов. Расчет в энергетических единицах произведен с учетом калорийности белка, равной 5,5 мккал/мг<sup>1</sup>.

Таблица 1

Потребление кислорода у каланусов и понтелл, мкг О<sub>2</sub> за 1 ч

| Вид      | Число измерений | Пол, стадия        | Длина тела, мм  | Масса тела, мг    |                   | Потребление кислорода |                  |                  |                 |
|----------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------------|------------------|-----------------|
|          |                 |                    |                 | сырая             | сухая             | 1 экз.-пляр           | 1 мг сырой массы | 1 мг сухой массы | 1 мг азота      |
| Каланусы | 17              | Самки+копеподиты V | 3,19±<br>±0,031 | 0,765±<br>±0,035  | 0,165±<br>±0,011  | 1,77±<br>±0,30        | 2,99±<br>±0,42   | 10,8±<br>±1,92   | 180,0±<br>±25,3 |
| Понтелли | 24              | Самки+самцы        | 2,44±<br>±0,23  | 0,560±<br>±0,0135 | 0,104±<br>±0,0030 | 1,87±<br>±0,22        | 3,43±<br>±0,53   | 16,3±<br>±2,52   | 168,2±<br>±27,2 |
|          | 4               | Копеподиты         | 1,74±<br>±0,025 | 0,120             | 0,014             | 0,25                  | 1,74             | 18,1             | —               |

**Результаты и их обсуждение.** В табл. 1 представлены данные о потреблении кислорода у исследованных видов рачков. В расчете на сухую массу тела величина интенсивности дыхания у взрослых и V копепод-

<sup>1</sup> Определение зольности и часть взвешиваний проведено А. С. Празукиным, за что авторы приносят ему благодарность.

дитных стадий *Calanus* в 1,5 раза ниже, чем у взрослых *Pontella*, несмотря на незначительную разницу в массе тела. Аналогичные различия в интенсивности обмена были отмечены и ранее при сопоставлении взрослых особей *Calanus*, с одной стороны, и *P. mediterranea* и *A. partersoni* — с другой [12].

Таблица 2

Экскреция азота у калянусов и понтелл

| Стадия            | Число изме-<br>рений | Масса 1 экземпляра, мг    |                           | Экскреция азота, мкг/ч     |                            |                        |               |
|-------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|---------------|
|                   |                      | сырая                     | сухая                     | на 1 эк-<br>земпляр        | на 1 мг<br>сырой<br>массы  | на 1 мг сухой<br>массы | на 1 мг азота |
| Калянусы          |                      |                           |                           |                            |                            |                        |               |
| Копеподи-<br>ты V | 5                    | 0,63±<br>±0,056           | 0,16±<br>±0,008           | 0,072±<br>±0,007           | 0,120±<br>±0,020           | 0,433±0,050            | 7,277±0,728   |
| Понтелли          |                      |                           |                           |                            |                            |                        |               |
| Взрослые          | 6                    | 0,53±<br>±0,030<br>0,097± | 0,10±<br>±0,006<br>0,018± | 0,090±<br>±0,008<br>0,024± | 0,170±<br>±0,012<br>0,245± | 0,878±0,062            | 9,054±0,644   |
| Копеподиты        | 4                    | ±0,0004                   | ±0,0004                   | ±0,0005                    | ±0,0092                    | 1,415±0,161            | 16,854±2,11   |

Существенная разница в сухой массе тела у взрослых и копеподитных стадий *Pontella* не привела к резким различиям в интенсивности их обмена, особенно при расчете на сухую массу. Изменения величин потребления кислорода в опыте были велики, особенно у взрослых понтелл. Это связано, видимо, с тем, что достаточно большие объемы респирометров способствовали значительным изменениям двигательной активности помещенных в них животных.

Таблица 3

Показатели химического состава калянусов и понтелл, %

| Группа животных    | Сухое вещество | Влага | Белок | Жир  | Зола |
|--------------------|----------------|-------|-------|------|------|
| Калянусы, V стадия | 28,6           | 71,4  | 10,6  | 14,7 | 1,2  |
|                    |                |       | 37,2  | 51,4 | 4,4  |
|                    | (12)           |       | (7)   | (10) | (15) |
| Понтелли взрослые  | 19,3           | 80,7  | 11,7  | 4,4  | 0,8  |
|                    |                |       | 60,6  | 22,8 | 4,3  |
|                    | (7)            |       | (7)   | (7)  | (13) |

Примечания: 1. В скобках указано число измерений. 2. Показатели в сыром веществе приведены над чертой, в сухом — под ней.

Интенсивность экскреции азота у *Pontella* выше, чем у *Calanus* (табл. 2). Полученные различия не могли полностью обуславливаться небольшой разницей в размерах рачков, поскольку, несмотря на меньшую массу тела, *Pontella* выделяли больше азота в расчете на экземпляр. Очевидно, эти различия связаны с их видовой принадлежностью. У копеподитов *Pontella* при меньшей в 5 раз массе тела интенсивность экскреции в 2 раза превышала экскрецию взрослых рачков. Подобное соотношение величин экскреции и размеров тела для взрослых особей и копеподитов было получено у *C. finmarchicus* [22].

В табл. 3 приведены показатели химического состава тела исследуемых видов, которые существенно различаются. Калянусы имеют высокое содержание сухого вещества, что связано с большим количеством липидов в теле, поэтому относительное содержание белка у них

в расчете на сухое вещество снижается. У понтелл наблюдается более низкое по сравнению с калянусами содержание сухого вещества, в 2 раза меньшее количество липидов и большее содержание белка. Различия в содержании белка в сухой массе у сравниваемых видов составляет 60%, в то время как в сырой массе они незначительны. Содержание золы у обоих видов невелико и примерно одинаково.

Как видно из табл. 1 и 2, величины потребления кислорода и экскреции азота, отнесенные к сухой массе, у понтелл соответственно в 1,5 и 2 раза выше, чем у калянусов. Интенсивность экскреции, рассчитанная на сырую массу и азот тела, у обоих видов различается меньше, а интенсивность потребления кислорода почти одинакова. Таким образом, различия между величинами обмена у сравниваемых видов, выраженные по отношению к сухой и сырой массе, находятся в соответствии с различиями в содержании белка в сухой и сырой массе тела. Это свидетельствует о положительной связи между относительным содержанием белка и уровнем обмена исследованных видов. Содержание белка находится в обратном отношении с содержанием липидов, поэтому масса липидов оказывает подавляющее влияние на уровень обмена рачков в расчете на сухое вещество.

Таблица 4

Энергетические траты у калянусов и понтелл, на 1 мг сухой массы тела в 1 ч

| Группа животных | Сухая масса, мг | Экскреция азота, мкг | Потребление кислорода, мкг | Отношение выделенного азота к потребленному кислороду (N:O) | Отношение энергии окисленного белка к общей расходуемой энергии, % | Отношение потребленного кислорода к выделенному азоту (O:N) | Белок тела, мг | Суточный расход белка тела, % |
|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------|
| Калянусы        | 0,16            | 0,43                 | 10,8                       | 0,040                                                       | 38,2                                                               | 22,0                                                        | 0,059          | 17,6                          |
| Понтелли        | 0,11<br>0,016   | 0,88<br>1,27         | 16,3<br>18,11              | 0,054<br>0,065                                              | 51,5<br>62,0                                                       | 16,2<br>13,3                                                | 0,060<br>0,011 | 21,8<br>30,9                  |

Сопоставление величин экскреции азота и потребления кислорода дает возможность судить о степени участия белка в энергетическом обмене двух видов копепоид. В табл. 4 показаны величины энергетических трат белка, которые рассчитывали по отношению выделенного азота к потребленному кислороду N : O (аммиачный коэффициент) и выражали относительной величиной энергии, полученной при окислении белка. Величины N : O и соответственно доля энергетических трат белка у понтелл выше, чем у калянусов, так как экскреция у них возрастает в большей мере, чем потребление кислорода. Доля энергетических трат белка у калянусов составила 38,2%, у взрослых понтелл — 51,5, а у копепоидитных стадий — 62%. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что понтелли половину всей энергии получают за счет белка, а калянусы большей частью за счет липидов. Поскольку калорийность липидов в 2 раза выше, чем белка, становится очевидным, что калянусы расходуют примерно равное количество липидов и белка, а у понтелл траты липидов по сравнению с белком в 2 раза меньше.

Величины отношения O : N (атомарного), обычно применяемые в литературе, позволяют примерно оценить количественную роль белка как метаболического субстрата. В таких расчетах, исходя из соотношения атомов углерода и азота в белке (45% C и 16% N), принимается, что если единственным субстратом окисления в организме является белок, на 1 атом выделенного азота должно потребляться 8 атомов кислорода (O : N = 8). При использовании белка и липидов в равных количествах отношение O : N повышается до 24 [21, 22, 24]. Вычисленная нами величина O : N для калянусов составляет 22, для взрослых понтелл — 16, копепоидитных стадий — 13. Эти величины свидетельствуют о том,

что у понтелл расходуется преимущественно белок, а у калянусов белок и липиды тратятся примерно в равных соотношениях, что хорошо согласуется с энергетическими тратами белка у обоих видов, приведенными выше. Различия в интенсивности обмена у калянусов и понтелл могут прежде всего быть связаны с разной степенью их двигательной активности. При содержании в лабораторных условиях *Pontella* находится в состоянии постоянного равномерного движения [18], а у калянусов скачкообразный способ движения часто сопровождается паузами [13]. Видимо, непрерывное однообразное движение менее экономично и способствует повышению энергетических затрат.

Важным фактором, влияющим на показатели обмена, является химический состав тела, тесно связанный с экологией сравниваемых видов. *Pontella* обитает в приповерхностном слое, находится в непрерывном движении, почти круглосуточно питается в основном животной пищей и не образует значительных жировых запасов [15]. *Calanus* в отличие от понтелл наиболее активен в вечерние часы и ночью у поверхности, куда мигрирует с глубины около 200 м. Питается практически только ночью, потребляя преимущественно растительную пищу и накапливая большое количество липидов [14]. Благодаря этому калянусы содержат относительно меньшее количество белка, чем понтелли, особенно в расчете на сухую массу тела.

Известно, что уровень обмена коррелирует с количеством активно метаболизирующей ткани. Эта закономерность часто проявляется при сопоставлении уровней обмена у различных водных беспозвоночных [6]. Жир, подобно воде и твердым покровам тела, является метаболически малоактивной массой. Различия в обмене у *Calanus* и *Pontella*, связанные с большой разницей в соотношении белка и липидов в теле, подтверждают указанную закономерность. В таких случаях, как видно, различия наиболее существенны при расчетах показателей обмена на сухую массу и мало заметны, если они относятся к азоту белка и сырой массе. Если копеподы с большим содержанием липидов расходуют их в качестве преимущественного источника энергии, снижение в экскреции азота у них выражено больше, чем в потреблении кислорода. Это приводит к соответствующему изменению соотношения N : O. Следует отметить, что при малом содержании липидов в теле (например, у младших копеподитных стадий *Calanus*), когда среднее содержание белка составляет около 60%, различия в величинах обмена, связанные с составом тела, должны быть не столь ощутимы.

Анализ литературных данных по сравнительному химическому составу и показателям обмена у *Calanus* и *Pontella* в основном подтверждает полученные нами результаты. *Calanus* характеризуется, как правило, высоким содержанием липидов. Оно велико не только у бо-реальных видов [21, 25, 26], но и у черноморского *C. helgolandicus*. Наибольшее количество липидов (около 50%) и низкое содержание белка (42,7%) наблюдались у крупных рачков в центральной части моря [3], в районе проведения наших работ. Белок и липиды являются основными компонентами сухого вещества в теле рачков. Гликоген не превышает 2% сухой массы [28]. Углеводы, включая хитин, вместе с золой в среднем составляют не более 15%. Вследствие этого величины содержания белка и липидов находятся между собой в обратном отношении. В литературе отмечены значительные сезонные колебания в содержании белка у *Calanus* (35—65%), при этом высокая жирность, как правило, сопровождается низкими величинами содержания белка [23].

*Pontella* обычно свойственно большое количество белка (свыше 60%) и меньшее — липидов. Смешанная проба из Черного моря, состоявшая из *Pontella mediterranea* и *Anomalocera patersoni*, содержала 66% белка [2]. Высокое по сравнению с другими копеподами содержа-

ние белка наблюдалось у средиземноморских понтелл [20] и тропических видов Южной Атлантики [4].

Сравнение наших данных по потреблению кислорода, экскреции азота и их соотношению у *Calanus* и *Pontella* с литературными часто осложняется различиями в условиях эксперимента и в размерно-возрастной характеристике опытных животных. На абсолютные величины обмена сильно влияет температура, а на соотношение  $N:O$  — также сезон, возраст и состав тела рачков, наличие пищи. Большой скорости оборота белка у копепод в наших опытах способствовала высокая температура. Полученные величины находятся в пределах данных, приводимых в литературе [23]. У взрослых и копеподитов V *C. finmarchicus* скорость обновления белка весной даже при температуре  $10^{\circ}C$  составляла 14,5%, а у средних и младших копеподитов — соответственно 20 и 30% [19]. Абсолютные величины экскреции азота у *Calanus*, полученные нами, были близки к данным, приводимым другими авторами для *C. finmarchicus* и *C. helgolandicus* при  $15^{\circ}C$ , которые составляли соответственно 11,5 [22] и 12—16 мкг/г/сут [27].

Относительные энергетические траты белка у каланусов ( $O:N \sim 20$ ) в ряде случаев [21, 27] совпадают с нашими результатами ( $O:N=22$ ). Более высокое соотношение  $O:N$ , свидетельствующее о большом проценте утилизации липидов, было получено на копеподитах V стадии с высокой жирностью при низких температурах [26]. Результаты опытов, проведенных на взрослых особях с большим содержанием белка, показывают относительно высокую долю его участия ( $O:N=13,5$ ) в общем обмене [22]. У тропических видов понтелл *Labidocera acuta* и *L. pegii* были получены высокие величины как относительных энергозатрат белка ( $O:N=17$  и  $13$ ), так и его содержания в теле [24], что согласуется с нашими данными.

Различия в уровнях обмена, составе тела и соотношении  $O:N$ , близкие к полученным нами на *Calanus* и *Pontella*, были отмечены Коновером и Корнером при сравнении *C. finmarchicus* и *Metridia longa*, характеризующихся аналогичными различиями в экологии и химическом составе тела [21].

По данным Икеда [24], у большинства умеренных, субтропических и тропических видов с непрерывным питанием соотношение  $O:N$  (в среднем 13) свидетельствует о преимущественном использовании белка в энергетическом обмене. Растительноядные формы бореальных видов, накапливающие жир, используют его и в качестве основного источника энергии ( $O:N>24$ ). В соответствии с этим исследованные нами *Pontella*, обитающие в умеренно-субтропической зоне, имеют высокие относительные траты белка. *C. helgolandicus* из той же зоны является, однако, холодолюбивым видом и принадлежит к другой пелагической группировке, существующей летом в Черном море [16]. Тип питания, состав тела и показатели обмена сближают его с бореальными формами. Небольшие, но закономерные отличия в уровнях общего и азотистого обмена, а также в характере энергетических затрат у этого вида, вероятно, должны приниматься во внимание при соответствующих расчетах в экологических исследованиях.

Следует отметить, что полученные различия в величинах обмена у исследованных видов не противоречат общей зависимости обмена от размеров тела, показанной для ракообразных, в том числе для копепод [1, 6, 7, 17, 29]. Они являются одним из случаев вариабельности, которая проявляется на фоне общей закономерности.

**Выводы.** Определены величины потребления кислорода, экскреции азота, доля энергетических затрат белка и основные компоненты химического состава тела у *C. helgolandicus* из Черного моря и *P. mediterranea* — из Средиземного. *Calanus* характеризовался высоким содержанием липидов и низким — белка в сухом веществе. У *Pontella* отмечено



более высокое содержание белка и меньшее количество липидов. Различия в содержании белка в сыром веществе у калянусов и понтелл были незначительны.

Интенсивность экскреции азота в расчете на сухое вещество у калянусов в 2 раза, а потребления кислорода — в 1,5 раза ниже, чем у понтелл. Величины обмена, рассчитанные на сырую массу и азот тела у обоих видов, отличались незначительно. Межвидовые различия в величинах обмена, выраженного по отношению к сухой и сырой массе, находятся в соответствии с аналогичными различиями в содержании белка в сухом и сыром веществе.

Вычисленная по соотношению выделенного азота и потребленного кислорода доля энергетических трат белка в общем обмене свидетельствует о том, что *Pontella* половину всей энергии получают за счет белка, в то время как *Calanus* преимущественно за счет окисления липидов. Скорость суточного расходования белка у *Calanus* ниже, чем у *Pontella*.

Полученные различия в метаболических характеристиках исследованных видов являются результатом их принадлежности к различным экологическим и трофическим группировкам.

1. Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и размеры ракообразных. — Журн. общ. биологии, 1950, 11, № 5, с. 367—380.
2. Виноградова З. А. Динамика биохимического состава и калорийности планктона Черного моря в сезонном и географическом аспектах. — Учен. зап. Одес. биол. ст., 1960, вып. 1, с. 34—36.
3. Виноградова З. А. Некоторые биохимические аспекты сравнительного изучения планктона Черного, Азовского и Каспийского морей. — Океанология, 1964, 4, вып. 2, с. 232—242.
4. Загородняя Ю. А. Динамика содержания гликогена у копеподы *Pseudocalanus elongatus* (Boeck) в связи с ее экологией. — Биология моря. Владивосток, 1979, № 1, с. 79—82.
5. Ивлев В. С. Опыт оценки эволюционного значения уровня энергетического обмена. — Журн. общ. биологии, 1959, 20, № 2, с. 94—103.
6. Ивлева И. В., Аболмасова Г. И., Ракицкая Л. В. Скорость обмена у массовых видов зоопланктона из умеренных и тропических вод Атлантического океана. — В кн.: Экспедиционные исследования в Южной Атлантике и Средиземном море: 27-й рейс н.и. судна «Михаил Ломоносов». Киев: Наук. думка, 1975, с. 192—208.
7. Муравская З. А. Интенсивность азотистого и энергетического обмена у некоторых морских рыб и беспозвоночных с различной естественной активностью. — В кн.: Энергетические аспекты роста и обмена водных животных. Киев: Наук. думка, 1972, с. 156—158.
8. Муравская З. А. Интенсивность азотистого обмена и ее соотношение с интенсивностью дыхания у морских беспозвоночных. — В кн.: Энергетический обмен водных животных. М.: Наука, 1973, с. 73—92.
9. Муравская З. А. Уровень экскреции азота у некоторых средиземноморских беспозвоночных с разной подвижностью и составом тела. — Биология моря, Киев, 1978, вып. 46, с. 43—51.
10. Муравская З. А., Аболмасова Г. И. Соотношение между экскрецией азота и потреблением кислорода у некоторых средиземноморских беспозвоночных. — Биология моря, Киев, 1978, вып. 46, с. 51—54.
11. Павлова Е. В. Энергетический обмен у морских планктонных рачков в связи с пищевыми адаптациями. — В кн.: Общие вопросы физиологии адаптации: Реф. докл. к III Всесоюз. совещ. по экологии, физиологии, биохимии и морфологии. Новосибирск, 1967, с. 103—106.
12. Павлова Е. В. Интенсивность потребления кислорода у некоторых копепод при увеличении объема респирометра. — Биология моря, Киев, 1977, вып. 42, с. 86—94.
13. Павлова Е. В., Царева Л. В. Влияние размеров сосуда на двигательную активность *Calanus helgolandicus* и *Pontella mediterranea*. — Биология моря, Киев, 1976, вып. 37, с. 61—69.
14. Петипа Т. С. Об энергетическом балансе у *Calanus helgolandicus* Claus в Черном море. — В кн.: Физиология морских животных. М.: Наука, 1966, с. 60—81.
15. Петипа Т. С. О питании гипонейстонного рачка *Pontella mediterranea* в Черном море. — Биология моря, Киев, 1969, вып. 17, с. 54—65.
16. Петипа Т. С., Павлова Е. В., Миронов Г. Н. Структура пищевых цепей, передача и использование вещества и энергии в планктонных сообществах Черного моря. — Биология моря, Киев, 1970, вып. 19, с. 3—43.



17. Сущенко Л. М. Интенсивность дыхания ракообразных. — Киев: Наук. думка, 1972. — 196 с.
18. Царева Л. В., Павлова Е. В. Движение и потребление кислорода у *Pontella mediterranea* из Эгейского моря. — В кн.: Влияние тонкой структуры вод на вертикальное распределение и поведение планктона. Киев: Наук. думка, 1977, с. 84—97.
19. Butler E. J., Corner E. D. S., Marshall S. M. On the nutrition and metabolism of zooplankton. 6. Feeding efficiency of *Calanus* in terms of nitrogen and phosphorus. — J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 1969, 49, p. 977—1001.
20. Champalbert G., Kerambrun P. Composition biochimique des copepodes de l'hyponeuston de Méditerranée Nord occidentale: Poids sec et analyse élémentaire du carbone, de l'hydrogène et l'azote. — Mar. biol., 1978, 45, N 3, p. 215—224.
21. Conover R. J., Corner E. D. S. Respiration and nitrogen excretion by some marine zooplankton in relation to their life cycle. — J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 1968, 48, p. 49—75.
22. Corner E. D. S., Cowey C. B., Marshall F. R. S. On the nutrition and metabolism of zooplankton. 3. Nitrogen excretion by *Calanus*. — J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 1965, 45, p. 429—442.
23. Corner E. D. S., Davies A. G. Plankton as a factor in the nitrogen and phosphorus cycles in the sea. — Adv. Mar. Biol., 1971, 9, p. 102—192.
24. Ikeda T. Nutritional ecology of marine zooplankton. — Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 1974, 22, p. 1—97.
25. Mayzaud P. Respiration and nitrogen excretion of zooplankton. 4. The influence of starvation on the metabolism and the biochemical composition of some species. — Mar. Biol., 1976, 37, N 1, p. 47—58.
26. Mayzaud P., Martin J. L. M. Some aspects of the biochemical and mineral composition of marine plankton. J. Exp. Biol. Ecol., 1975, 17, p. 297—310.
27. Nival P., Malara G., Charra R., Palazzoli J., Nival S. Etude de la respiration et de l'excretion de quelques copepodes planctonique (Crustacea) dans la zone de remontée d'eau profonde des cotes marocaines (Mission Cinea IV du N. O. Jeam-Charkot: 20 juillet—19 août 1973). — J. Exp. Mar. Biol. and Ecol., 1974, 15, p. 231—260.
28. Raymond J. E. G., Conover R. J. Further investigations on the carbohydrate content of marine zooplankton. — Limnol. and Oceanogr., 1961, 6, N 2, p. 153—164.
29. Zeuthen E. Body size and metabolic rate in the animal kingdom with special regard to the microfauna. — C. r. trav. Lab. Carlsber. Ser.-Chim., 1947, 26, N 3, p. 17—161.

Институт биологии южных морей  
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию  
23.04.79

Z. A. MURAVSKAYA, E. V. PAVLOVA, G. E. SHULMAN

# **OXYGEN CONSUMPTION AND NITROGEN EXCRETION IN *CALANUS HELGOLANDICUS* (CLAUS) AND *PONTELLA MEDITERRANEA* CLAUS**

## Summary

The values of oxygen consumption nitrogen excretion, relative protein energy expenditure and the body chemical composition indices are determined for the Black Sea *C. helgolandicus* and the Mediterranean Sea *P. mediterranea*.

In *Pontella* the oxygen consumption was 1.5 times as high and the nitrogen excretion was 2 times as high as those in *Calanus*, the calculations being made per body dry mass. The metabolism values calculated per body fresh mass and nitrogen were less different.

*Calanus* as compared with *Pontella* was characterized by a high lipid content and a low protein content in the dry substance. The difference of the protein content in the fresh mass of both species was small. The differences in the metabolism values of the comparable species calculated per dry and fresh mass correspond to analogous changes in the protein content of the wet and dry substances.

*Pontella* obtains half of its energy due to protein oxidation, and *Calanus* is provided with the greatest part of energy by lipids.

The differences in the metabolic characteristics of species under study can be accounted for by their different ecology.