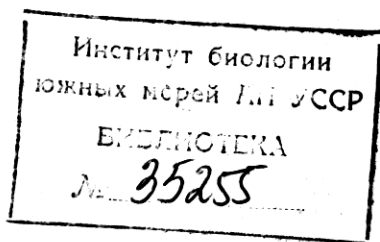


ПРОВ 2010

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

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЮЖНЫХ МОРЕЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА», КИЕВ, 1974

- Шушкина Э. А., Павлова Е. В. Скорость обмена и продуцирования зоопланктона в экваториальной части Тихого океана.— Океанология, 1973.
- Pearcy W., Small L. Effects of pressure on the respiration of vertically migrating crustaceans.— J. Fish. res. board of Canada, 25, 7, 1968.
- Riley G. A., Gorgy S. Quantitative studies of summer plankton populations of the western North Atlantic.— J. Mar. res., 7, 2, 1948.
- Small L., Hebard J. Respiration of a vertically migrating marine crustacean *Euphausia pacifica* Hansen.— Limnology and Oceanography, 12, 2, 1967.
- Zeiss F. R. Effects of population densities on zooplankton respiration rates.— Limnol. a. Oceanogr., 8, 1, 1963.

OXYGEN CONSUMPTION AND MOBILITY IN SOME TROPICAL PLANKTONIC ANIMALS UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS

E. V. Pavlova

Summary

The values of respiration were determined in planktonic animals belonging to 9 groups: Ctenophora, Medusae, Hydrozoa, Chaetopoda, Crustacea, Gastropoda, Chaetognatha, Appendicularia and Salpae from the Pacific tropical part by the method of closed vessels (30—40ml capacity). The dependences of the respiration rate values on the body weight expressed in calories are presented for representatives of these groups. Animal mobility was visually evaluated in the experimental vessels. The highest value for energy metabolism was typical of more active animals in comparison with those less movable. An opinion is advanced that physiological investigations of planktonic animals must be preceded by ethological observations.

ТЕМП РАЗМНОЖЕНИЯ ПЕЛАГИЧЕСКИХ СОРЕРОДА ЧЕРНОГО И СРЕДИЗЕМНОГО МОРЕЙ

Л. И. Сажина

Длительное содержание массовых пелагических Сорепада Черного моря в лабораторных условиях, проводимое в Институте биологии южных морей АН УССР, позволило установить особенности размножения, темп роста и жизненные циклы десяти основных видов (Сажина, 1969, 1971). Впоследствии эти работы были перенесены на массовые виды Средиземного моря. Кроме того, создание стационарной автоматической терморегулирующей установки позволило установить влияние температурного фактора на репродукционные возможности некоторых веслоногих ракообразных.

Материал был получен в период наблюдений в институте и во время 25-го рейса нис «Михаил Ломоносов» в июле—октябре 1970 г. и 70-го рейса нис «Академик А. Ковалевский» в мае—июле 1972 г. Орудиями лова служили сети Джеди и БР из газа № 49 и 23 и гипонейстонный трал типа МНТ. Собранный и помещенный в сосуды со свежей морской водой, планктон служил для отбора подопытных организмов. В экспедиционных условиях рачков содержали в

кристаллизаторах различных диаметров или в выпаривательных чашках из расчета 50—100 см³ воды на один организм копеподитной или половозрелой стадии и 25—30 см³ на кладку или на 2—5 науплиусов. Необходимый температурный режим в экспериментальных условиях поддерживался с помощью системы протоков и холодильника. В институте рачков содержали в стационарной установке при температуре 10, 15 и 20° С. Пищей в том и другом случае служила смесь водорослей из расчета 100 тыс. кл/л.

Для определения темпа размножения прежде всего необходимо знать плодовитость организмов. Как начальный этап определе-

Таблица 1

Средние величины кладок самок (шт.)

Виды	Средняя длина тела самок	Число опытов	Температура, °С			
			10	15—17	18—22	23—25

Средиземное море

<i>Calanus gracilis</i>	2,4	1	—	—	18	—
<i>Eucalanus elongatus</i>	6,0	12	—	25	27	—
<i>E. monachus</i>	2,20	2	—	14	—	—
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	1,15	13	—	25	40	28
<i>C. furcatus</i>	1,15	3	—	—	35	—
<i>Calocalanus pavo</i>	0,98	2	—	—	16	—
<i>Paracalanus parvus</i>	0,88	10	—	—	19	—
<i>Euchaeta marina</i>	3,00	20	—	—	9	—
<i>Temora stylifera</i>	1,75	22	—	—	29	37
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	2,70	3	—	—	5	—
<i>P. gracilis</i>	2,0	5	—	18	17	—
<i>Centropages typicus</i>	1,8	30	—	—	34	40
<i>C. violaceus</i>	1,76	3	—	—	30	—
<i>Candacia armata</i>	2,40	5	—	15	—	—
<i>Pontella atlantica</i>	5,80	10	—	—	—	76
<i>P. mediterranea</i>	3,0	45	—	—	47	38
<i>Anomalocera patarsoni</i>	3,7	3	—	—	38	—
<i>Macrosetella gracilis</i>	1,4	10	—	—	—	30
<i>Euterpina acutifrons</i>	0,6	24	—	—	—	10
<i>Oncaea media</i>	0,58	20	—	—	—	45
<i>Sapphirina nigromaculata</i>	2,0	2	—	—	—	59
<i>Miracia efferata</i>	1,5	4	—	—	—	7

Черное море

<i>Calanus helgolandicus</i>	3,2	10	20	17—18	13—14	—
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	1,2	60	27—30	16	9—11	—
<i>Paracalanus parvus</i>	0,8	15	—	—	13	—
<i>Pontella mediterranea</i>	2,85	10	—	—	18	35—40
<i>Anomalocera patarsoni</i>	3,20	15	—	70	—	—
<i>Labidocera brunescens</i>	1,70	10	—	—	—	18—20
<i>Centropages ponticus</i>	1,10	15	—	—	10—12	20—25
<i>Acartia clausi</i>	1,20	30	12—18	15—20	16—22	18—20
<i>Oithona nana</i>	0,55	30	18	15—20	10—15	20
<i>O. similis</i>	0,70	10	—	18	14	—

ния плодовитости была установлена величина кладок самок. Установление этой величины не представляется трудным у видов, вынашивающих яйцевые мешки. Большое же число веслоногих ракообразных откладывает яйца прямо в воду. Поэтому в первом случае из планктона отбирали самок, имеющих яйцевые мешки, во втором — рачков пятой копепоидитной стадии и наблюдали за ними до наступления половой зрелости и последующей откладки яиц.

В табл. 1 приведены данные о средних величинах кладок при различных температурах. Данные таблицы свидетельствуют о том, что

Таблица 2

Скорость размножения Copepoda

Виды	Среднее число яиц в кладке	Продолжи- тельность эмбриональ- ного перио- да, сутки	Скорость размножения
Средиземное море			
<i>Eucalanus elongatus</i>	25—27	2—3	14,5—9
<i>Eucalanus monachus</i>	14	4—2	3
<i>Euchaeta marina</i>	10	5	2
<i>Temora stylifera</i>	37	0,5	74
<i>Pontella atlantica</i>	76	2	38
<i>P. mediterranea</i>	47	1	47
<i>Anomalocera patersoni</i>	38	1	38
<i>Centropages typicus</i>	40	0,5	80
<i>C. violaceus</i>	30	0,5	60
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	40	0,5	80
<i>Cl. furcatus</i>	35	3	11,5
<i>Pleuromamma gracilis</i>	17	2	8,5
<i>Oncaea media</i>	45	0,5	90
<i>Euterpina acutifrons</i>	30	3	10
Черное море			
<i>Calanus helgolandicus</i>	20	1	20
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	27	3—5	9—5
<i>Paracalanus parvus</i>	13	1	13
<i>Pontella mediterranea</i>	40	2	20
<i>Anomalocera patersoni</i>	70	3	23
<i>Labidocera brunescens</i>	20	2	10
<i>Acartia clausi</i>	20	0,5	40
<i>Centropages ponticus</i>	25	1	25
<i>Oithona nana</i>	20	5—6	$\frac{4}{3}$
<i>O. similis</i>	18	5	3

количество яиц, отложенное самками рачков, обитающих в Средиземном море, несколько выше, чем у черноморских видов при одной и той же температуре содержания (*Pontella mediterranea*) откладывает 40 яиц в Средиземном и 18 — в Черном при 18—20° С). Причем и в том, и в другом море максимальные величины кладок наблюдаются у поверхностных гипонейстонных видов (*Pontella mediterranea*, *P. atlantica*, *Anomalocera patersoni*) и у эпипланктонных (*Oncaea media*,

Sapphirina nigromaculata, *Clausocalanus arcuicornis*, *Centropages ponticus*). По трем видам были получены данные в обоих морях. Величины кладок у *Paracalanus parvus* и *P. mediterranea* одинаковы, двухкратная разница у *Anomalocera patersoni* объясняется разностью температуры содержания. Отмечено также, что у холодолюбивых батипланктонных видов происходит увеличение количеств яиц в кладках при понижении температуры содержания, в то время как у теплолюбивых эпипланктонных видов, наоборот, снижение.

Эмбриональный период развития был определен у 16 видов при температурах, принятых оптимальными для развития вида. Этот этап развития довольно краткий и у большинства поверхностных видов не превышает суток, исключая крупного рачка *P. atlantica*, в то время как у батипланктонных мигрирующих видов он значительно дольше (табл. 2). Кроме того, как правило, виды, вынашивающие яйцевые мешки, имеют более затяжной эмбриональный период по сравнению с видами, откладывающими яйца в воду. Один и тот же вид, обитающий в Средиземном море, имеет менее продолжительный эмбриональный период развития, чем в Черном море (*P. mediterranea* имеет в Средиземном море период развития сутки, в Черном — двое, *A. patersoni* в Средиземном море — сутки, в Черном — трое). Видимо, это так же связано с разницей в температурном режиме в период наиболее интенсивной репродукции рачка — летнее время.

Для получения сравнимых данных по средиземноморским и черноморским видам была вычислена скорость размножения. Согласно Г. Г. Винбергу (1968), скорость размножения животных может быть рассчитана как частное от деления плодовитости (в данном случае величин кладок) на продолжительность эмбрионального развития.

Анализ данных, представленных в табл. 3, показал, что как в Средиземном, так и в Черном морях большей скоростью размножения обладают мелкие копеподы эпипланктонного комплекса (*Temora styliifera*, *Centropages violaceus*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Acartia clausi*), имеющие высокую плодовитость и короткий эмбриональный период развития. Очень низкая скорость размножения у глубоководных видов типа *Eucalanus monachus*, *Euchaeta marina*, а также некоторых поверхностных особей, вынашивающих яйцевые мешки (*Oithona nana*, *O. similis*). Скорость размножения копепод, обитающих в том и другом море, значительно ниже у черноморских видов, чем у средиземноморских.

Путем лабораторных наблюдений были получены данные о сроках развития науплиальных стадий десяти черноморских и десяти средиземноморских рачков. Продолжительность науплиальных стадий черноморских видов колеблется от 10 до 19, средиземноморских — от 5 до 14 дней. Как правило, теплолюбивые поверхностные виды имеют короткий период развития, глубоководные — более длинный. Общим для всех видов является кратковременность ранних науплиальных стадий.

Науплиальные личинки веслоногих ракообразных некоторыми исследователями подразделяются по типу питания на две группы: растительноядные и хищные (Bernard, 1961). М. Бернар считает, что период личиночного развития хищников в среднем в два-три раза короче, чем у растительноядных видов при одной и той же температуре содержания. Из литературы известно, что науплиусы растительноядных копепоид начинают питаться только с третьей стадии (Marshall a. Orr, 1955) и развиваясь проходят шесть стадий. Отмечены случаи, когда личинки хищных видов не питались и

Таблица 3

Продолжительность науплиальных стадий развития Copepoda
Средиземного моря

Виды	Температура, °C	Продолжительность эмбрионального периода, сутки	I	II	III	IV	V	VI	Общая продолжительность науплиального периода, сутки
<i>Eucalanus elongatus</i>	18	2	0,5	2	2	3	3	3	14
<i>Temora stylifera</i>	23	0,5	0,5	0,5	1	1	1,5	1,5	6
<i>Pleuromamma gracilis</i>	18	2	1	1	1	—	—	—	—
<i>Euchaeta marina</i>	18	3	0,5	0,5	2	2	2	3	10
<i>Pontella atlantica</i>	25	2	1	1	2	2	2	2	10
<i>P. mediterranea</i>	25	1	0,5	1	1,5	1,5	2	2	8,5
<i>Centropages typicus</i>	25	0,5	0,5	0,5	1	1,5	1,5	2	7
<i>Oncaea media</i>	23	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	5
<i>Euterpina acutifrons</i>	18	3	1	1,5	1,5	2	2	2	10
	24	2	0,5	0,5	1	1,5	1,5	2	7

существовали за счет внутренних ресурсов вплоть до превращения в первую копеподную стадию и имели сокращенный цикл развития, т. е. всего три-четыре науплиальные стадии (Matthews, 1964). Именно этими различиями М. Бернар объясняет ускоренное развитие личинок хищных видов. Но в литературе также имеются сведения о том, что по морфологическому строению ротовых частей и по трофологии науплиусы черноморских пелагических веслоногих ракообразных, независимо от типа питания взрослых особей, относятся к растительноядным организмам (Петипа, Павлова, Миронов, 1970; Сажина, 1971). Работа Мэттью посвящена описанию развития довольно узкой группы придонных веслоногих ракообразных сем. Aetideidae и Phaenidae, отличающихся своеобразием биологии. Большинство же подобных организмов, как хищных, так и растительноядных, имеют полный цикл развития. Поэтому решающим фактором, определяющим скорость развития, является температура. Подтверждением этого положения являются данные табл. 4, где собраны имеющиеся литературные и наши сведения относительно

науплиального развития Copepoda Средиземного и Черного морей (в разделе Средиземное море звездочкой отмечены наши данные, остальные литературные).

Таблица 4

Зависимость продолжительности развития науплиусов Copepoda Черного и Средиземного морей от температуры среды

Вид	Тип питания взрослых особей	Температура, °C					
		8—10	11—13	14—16	17—19	20—22	23—24
Средиземное море							
<i>Eucalanus elongatus</i>	Растительнояд- ные	—	—	11 *	14 *	—	—
<i>Pseudocalanus minutus</i>	То же	—	12,3	—	—	—	—
<i>Aetideus armatus</i>	Хищники	—	12	—	—	—	—
<i>Chiridius armatus</i>	»	20—22	—	—	—	—	—
<i>Euchaeta marina</i>	»	—	—	—	4	10 *	—
<i>Paraeuchaeta russelli</i>	»	—	—	—	—	12	6 *
<i>Temora stylifera</i>	Растительнояд- ные	—	—	—	—	—	6,5
<i>Centropages typicus</i>	То же	—	—	10	—	8 *	7,5 *
<i>C. abdominalis</i>	»	—	26	10	—	—	—
<i>Undinula vulgaris</i>	»	—	26	10	—	—	—
<i>Candacia armata</i>	Хищники	—	—	5—6	—	—	—
<i>C. bipinnata</i>	»	—	—	5—6	—	—	—
<i>Pontella mediterranea</i>	»	—	—	—	—	10—11	8,5 *
<i>Oncaea media</i>	»	—	—	—	—	—	5 *
<i>Pontella atlantica</i>	»	—	—	—	—	—	10 *
<i>Euterpina acutifrons</i>	Растительнояд- ные	—	—	—	10 13 *	—	7 *
Черное море							
<i>Calanus helgolandicus</i>	Смешанное питание	—	—	—	13,5— 18,5	—	—
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	То же	14—18	14—19	—	—	—	—
<i>Paracalanus parvus</i>	Растительнояд- ные	—	—	12—15	—	—	—
<i>Pontella mediterranea</i>	Хищники	—	—	—	—	12	—
<i>Anomalocera patersoni</i>	»	—	13—14	—	—	—	—
<i>Labidocera brunescens</i>	»	—	—	—	—	11	—
<i>Centropages typicus</i>	Смешанное пи- тание	—	—	—	—	10	—
<i>Acartia clausi</i>	То же	—	—	10	—	11,5	—
<i>Oithona nana</i>	Хищники	16—19	16—19	15	—	10—15	—
<i>O. similis</i>	—	15—19	—	—	—	—	—

Из данных таблицы следует, что у всех видов независимо от типа питания и обитания с повышением температуры среды обитания сокращается длительность науплиального периода. Науплиальное развитие *Pontella* в Черном море при 20—22°С занимает 12 дней, а в Средиземном — 10—11 при той же температуре и 8,5 дня при

23—24° С. В целом же следует отметить, что, как и эмбриональное развитие, науплиальное короче у эпипланктонных видов, длиннее у батипланктонных.

Таким образом, в условиях экспериментального содержания при различных температурах *Copepoda* Черного и Средиземного морей установлены величины кладок, длительность науплиального и эмбрионального этапов развития, предпринята попытка сравнить скорость размножения тех и других видов.

Выводы

Установлены величины кладок 22 видов *Copepoda* Средиземного моря и 10 видов *Copepoda* Черного моря при различных температурах содержания. У холодолюбивых видов происходит увеличение количества яиц в кладках при понижении температуры, у теплолюбивых видов, наоборот, снижение.

Определен эмбриональный период развития 14 средиземноморских видов *Copepoda*. Отмечено, что этот этап развития у большинства видов не превышает одних суток и наиболее продолжителен у черноморских особей.

Скорость размножения, определенная как отношение величины кладки к продолжительности эмбрионального периода, колеблется от 90 до 2, являясь минимальной у батипланктонных видов и максимальной у эпипланктонных поверхностных видов. Скорость размножения черноморских популяций одного и того же вида, обитающего в обоих морях, значительно ниже, чем средиземноморских.

Определена продолжительность стадий развития 10 видов *Copepoda* Средиземного моря. Общее время науплиального развития занимает 5—14 дней в зависимости от видовой принадлежности. Как правило, поверхностные теплолюбивые виды имеют короткий период развития, глубоководные — более длинный. То же отмечено и у черноморских *Copepoda*.

При повышении температуры содержания сокращается время науплиального развития.

ЛИТЕРАТУРА

- Бернар М. Размножение и личиночное развитие в лабораторных условиях: экспериментальная точка зрения на оценку биомассы средиземноморских пелагических копепоид. — Тез. докл. II Междунар. океаногр. конгр. Москва, 1966.
- Винберг Г. Г. Методы определения продукции водных животных. «Высшая школа», М., 1968.
- Петипа Т. С., Павлова Е. В., Мионов Г. Н. Структура пищевых сетей, передача и использование вещества и энергии в планктонных сообществах Черного моря. — В кн.: Биология моря, 19. «Наукова думка», К., 1970.
- Сажина Л. И. Развитие и размножение массовых пелагических *Copepoda* Черного моря. Автореф. канд. дис. Севастополь, 1969.
- Сажина Л. И. Годичный цикл развития массовых *Copepoda* в Черном море. — Гидробиол. журн., 1971, 7, 5.

- Marshall S. M. a. Orr A. P. The biology of a marine Copepod *Calanus finmarchicus* (Gunner.) London., Edinburgh, 1955.
- Matthews J. B. On the biology of some bottom-living Copepods (Aetideidea and Phaenidae) from Western Norway. Sarsia, 16. 1964.

REPRODUCTION RATE OF PELAGIC COPEPODA OF THE BLACK AND MEDITERRANEAN SEAS

L. I. Sazhina

Summary

The sizes of ovipositions, duration of embryonic and nauplias stages of the Copepoda development in the Black and Mediterranean Seas were determined under conditions of experimental maintenance at different temperatures.

In 22 species of Copepoda inhabiting the Mediterranean Sea and in 10 ones from the Black Sea the sizes of ovipositions are determined. Psychrophilic species respond to a decrease in the maintenance temperature by an increase in the number of eggs in ovipositions, while thermophilic ones vice versa — by a decrease. An embryonic stage of development in 14 Mediterranean species is found to last not longer than 24 hours. This period in the Black Sea species is longer. The reproduction rate (the ratio of fecundity to the embryonic stage duration) varies from 2 to 90; it is minimum in bathyplanktonic abyssal species and maximum in epiplanktonic surface Copepoda from the Mediterranean Sea. The Black Sea species possess a low reproduction rate.

The duration of the naupliar stage is determined in 10 species of the Mediterranean Sea. It varies from 5 to 14 days depending on species belonging. A temperature rise results in a reduction of the naupliar stage duration.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТРАТЫ НА ДВИЖЕНИЕ У ЧЕРНОМОРСКОЙ МЕДУЗЫ *rhizostoma pulmo* К Р А М Р.

Г. Н. Мионов

При изучении энергетического баланса у животных существенный интерес представляет определение величины трат энергии на активное движение и сопоставление ее с величиной общих энергетических трат организма (Ивлев, 1964). Величина трат на активный обмен различными методами определялась у птиц (Дольник и Блюменталь, 1964), рыб (Винберг, 1956; Алексеева, 1964, 1965), ракообразных (Ивлев, 1962, 1963; Петипа, 1966).

Величина энергетических трат на активное движение у этих животных устанавливалась по разности в величинах потребления кислорода особями, находящимися в покое и в движении или по расходу жирового запаса. Данных об энергетических тратах на активный обмен у медуз в литературе нет.

Медузы *R. pulmo*, являясь планктонными животными, лишенными гидростатических приспособлений, замедляющих погружение их в воде, поддерживают себя в водной толще непрерывным сокращением колокола (Verwey, 1942). В противоположность рыбам