

ПРОВІД

ПРОВ 98

547.47
и 719

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

ПРОВ 2010

БИОЛОГИЯ МОРЯ

Вып. 17

ПРОДУКЦИОННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОЦЕССЫ В ПЛАНКТОНЕ ЮЖНЫХ МОРЕЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»

КИЕВ — 1969

Институт
биологии южных морей

БИБЛИОТЕКА

22713

О ПИТАНИИ ГИПОНЕЙСТОННОГО РАЧКА *PONTELLA*
MEDITERRANEA CLAUS В ЧЕРНОМ МОРЕ

Т.С. Петипа

Знание состава и количества потребляемой пищи, наряду с ее усвояемостью, у массовых видов морских сообществ необходимо для оценки распределения вещества и энергии по трофическим уровням, а также для вычисления количества энергии, передающейся от одного трофического уровня сообщества к другому.

В Черном море в эпиланктонном сообществе большую роль по численности и биомассе играет группа гипонейстона /Защев, 1960, и др./. Биология, в частности питание, *Pontella mediterranea* — одного из массовых видов ракообразных данной группы изучена еще очень слабо. Некоторые сведения о составе пищи этого рачка в Черном море приведены Л.М.Зелезинской /1962/. Обнаружено, что *P. mediterranea* питается водорослями и животными. Учитывая особенности строения ротовых конечностей, А.К.Гейнрих /1963/ полагает, что *Pontellidae* тропической части Тихого океана являются одновременно фильтраторами и хватателями и, следовательно, также могут потреблять животные и растительные объекты. Муллин /Mullin, 1963-1964/ обнаружил, что *Pontellidae* Индийского океана хищничают, предпочитая те или иные пищевые формы. Голд /Gauld, 1964, 1966/ описал строение ротовых конечностей некоторых *Pontellidae*, способы захвата пищи и ее возможный состав.

В настоящей статье представлены результаты исследования питания половозрелых форм *Pontella*, собранных на нескольких суточных станциях при длительной якорной стоянке экспедиционного судна "Академик А.Ковалевский" в центральной части западной половины Черного моря в августе 1963 г. Описаны состав пищи, суточный ритм в питании, избирательная способность, рассчитаны суточные рационы.

Методика. Рачков вылавливали планктонной сетью Джеди с поплавком /диаметр входного отверстия 36 см/, которую тянули вдоль борта судна в течение 5 мин, облавливая таким образом поверхностный /10-15 см/ слой воды. Ловы производили примерно через каждые 4 ч, но обязательно при восходе и заходе солнца, в середине дня и ночи. После отлова и фиксации очень слабым формалином рачков ту же в судовой лаборатории измеряли и по таблицам среднего веса /Петипа, 1957/ вычисляли их сырой вес. Состав и количество съеденной

пищи определяли при вскрытии по содержимому кишечника. Всего было вскрыто 111 самок и самцов *P. mediterranea*. Количество пищи в кишечнике устанавливали двумя способами: 1/ по объему и плотности пищевого комка, удельный вес которого приравнивали к единице, и 2/ по числу обнаруженных в кишечнике водорослей и животных, вес которых находили по таблицам среднего веса. Вторым способом при наличии в кишечнике главным образом животной пищи давал более точную оценку потребления.

Для определения суточных рационов были использованы следующие данные: суточный ритм в питании, необходимый для определения продолжительности периодов интенсивного и слабого питания, и время прохождения по кишечнику животной и растительной пищи в периоды интенсивного и слабого питания /Петипа, 1959, 1966/. Затем по наполнению кишечника в разные часы суток и соответствующему числу обновлений его содержимого за тот или иной период устанавливали количество пищи, съеденное за сутки. Суточные рационы представлены в весовых и энергетических единицах и в процентах от веса тела рачков. Калорийность пищевых объектов была определена Т.И. Пшениной в химической лаборатории Института биологии южных морей. Вычислялись индексы избирательной способности $\pm E$ по формуле В.С. Ивлева /1955/.

Состав пищи и избирательная способность. По строению ротовых конечностей *Pontellidae* сходны с *Centropagidae* и отчасти с *Acartiidae*. У первых двух семейств II максилла построена по одному и тому же типу, вооружена довольно редкими короткими крепкими шипиками на всех длинных наружных щетинках и более часто расположенными шипиками и волосками на коротких внутренних щетинках. У *Acartiidae* наблюдается аналогичное опушение II максиллы, но ее щетинки по форме более подобны. Такое строение II максиллы определяет способность рачков захватывать животную и растительную пищу /Петипа, 1959a; Anraku, Omori, 1963; Gauld, 1964, 1966/. Животная пища задерживается длинными наружными щетинками, растительная - короткими внутренними. Поскольку *Pontellidae* значительно крупнее *Centropagidae* и *Acartiidae*, они могут потреблять более крупных животных.

Наименьшее расстояние между волосками и шипиками на щетинках II максиллы у *P. mediterranea* равно 25 мк. Хотя в кишечниках рачков были обнаружены и очень мелкие водоросли /до 5 мк/, *P. mediterranea* улавливают в основном крупные виды или колониальные

формы. Можно предполагать, что мелкие **одноклеточные** водоросли попадают в кишечник *P. mediterranea* из кишечников съеденных рачком животных.

Изучение состава и количества фактически потребленной пищи свидетельствует о смешанном питании *P. mediterranea* с преимущественным поеданием животных /см. табл. 1/. Наблюдения показали, что *P. mediterranea* передвигается плавным скольжением и скачками. Этим двум типам движения соответствуют два способа захвата пищи - фильтрация и хватание. Последнее развито у *P. mediterranea* в большей степени, так как у этого вида некоторые конечности, участвующие в процессе фильтрации, недоразвиты. Захват пищи, как и у *Acartiidae*, осуществляется зачерпывающими движениями II максилл. Об аналогичных способах захвата пищи и характере питания у некоторых *Pontellidae* пишет Голд /Gauld, 1966/.

У половозрелых форм *P. mediterranea* в августе 1963 г. отмечен следующий состав пищевых организмов:

Средний вес организмов
мг·10⁻⁵

В о д о р о с л и

<i>Coccolithophoridae</i> (<i>Pontosphaera huxley</i>)	0,03
<i>Exuviaella cordata</i>	0,13
<i>E. marina</i>	1,20
<i>Exuviaella</i> sp.	0,67
<i>Glenodinium</i> sp.	0,40
<i>Peridinium crassipes</i>	10,00
<i>Phalacroma rotundatum</i>	1,50
<i>Ceratium furca</i>	3,50
<i>Thalassiosira</i> sp.	0,015
<i>Th. nitzschioides</i>	0,60
<i>Nitzschia</i> sp.	0,013
<i>Chaetoceros</i> sp.	0,06
<i>Chaetoceros</i> "sp. (densus?)	1,20
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	33,00
<i>Coscinodiscus</i> sp.	416,00

Ж и в о т н ы е

Средний вес организма,
мг·10⁻⁵

<i>Penilia avirostris</i>	2630,00
<i>Evadne spinifera</i>	1334,00
<i>Oithona minuta</i>	400,00
<i>Copepodita Oithona</i>	200,00
<i>Nauplius Oithona</i>	40,00
<i>Nauplius Centropages</i>	98,00
<i>Nauplius Paracalanus</i>	70,00
<i>Nauplius Pontellidae</i>	64,00
<i>Nauplii Copepoda</i>	80,00
Неопределенные остатки	-

Таким образом, вес пищевых объектов может колебаться в широких пределах - от $0,013 \cdot 10^{-5}$ до $2630,0 \cdot 10^{-5}$ мг; размер соответственно - от нескольких микронов до 0,5 мм. Несмотря на большее разнообразие растительной пищи, в пищевом комке у самок и самцов *P. mediterranea* преобладали животные объекты, главным образом *Cladocera*/табл. 1/. Перидиниевые и диатомовые у самок составляли не более 7% общего веса содержимого кишечника, у самцов - не более 9%.

Индексы избирательной способности, рассчитанные для основных пищевых объектов, также свидетельствуют о выборе рачками из всей массы пищевых организмов *Cladocera* и в первую очередь *Evadne* /табл. 2/. Самки и самцы *P. mediterranea* в августе 1963 г. явно избегали потреблять копепод и, очевидно, водоросли.

Суточный ритм в питании. Сравнение абсолютного веса содержимого кишечника или соответствующих относительных величин, например индексов наполнения кишечника, показало, что половозрелые формы *P. mediterranea* питаются круглосуточно, но с разной интенсивностью в те или иные часы. Ночью индексы наполнения кишечника у самок и самцов в 3-4 раза выше, чем днем /см. рисунок и табл. 1/. Потребление животной и растительной пищи в течение суток неравно-

Т а б л и ц а 1

Наполнение кишечника и основной состав потребленной пищи в течение суток
у самок и самцов *R. mediterranea* в Черном море /температура
воды 25°C/

Часы суток	Сред- ний вес рачка, мг	Индекс напол- нения, 0/000	Содержимое кишечника						водоросли	
			общее количе- ство пищи, мг	животные			Состав, мг			
				мг	% от общего колич- ества пищи	Сладосера				
							мг	% от общего колич- ества пищи	Сладосера	Соре- рода

С А М К И

5-8	0,888	985	0,0875+ +0,0085	0,0875	100	0,0856 /Evadne -0,0146; 0,0010 Penilia - 0,0710/	0,0010	Нитчатая примесь /0,000004/
11-13	0,795	374	0,0297+ +0,0091	0,0290	97,7	0,0290 /Evadne - 0,008; 0,0 Penilia - 0,021/	0,0	0,0007 2,3
16-17	0,822	252	0,0207+ +0,0029	0,0193	93,3	0,0185 /Evadne - 0,008; 0,0006 Penilia - 0,0105/	0,0014	6,7
19-20	1,093	228	0,0250+ +0,0090	0,0249	99,9	0,0236 /Evadne - 0,0; Penilia - 0,0236/	0,0012	0,00003 0,1
23-24	0,895	743	0,0665+ +0,0059	0,0664	99,9	0,065 /Evadne - 0,020; 0,0014 Penilia - 0,045/	0,0014	0,00005 0,1

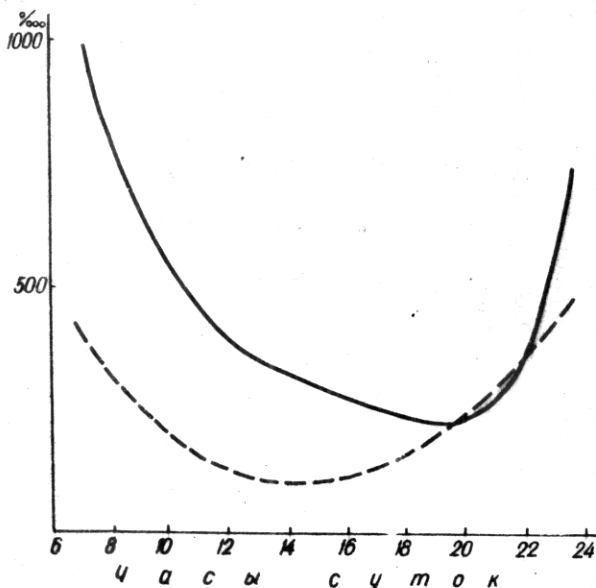
C A M II H

5-8	0,656	441	0,0269± +0,0071	0,0268	99,5	0,0263 / Evadne - 0,0044; Penilia - 0,0219/	0,0005	0,0004	0,5
11-13	0,601	445	0,0069± +0,0034	0,0066	96,1	0,0066 / Evadne - 0,0013; Penilia - 0,0053/	0,0	0,0003	3,9
16-17	0,567	140	0,0079± +0,0034	0,0073	92,2	0,0066 / Evadne - 0,0013/;0,0 Penilia - 0,0053/	0,0006	0,0006	8,8
19-20	0,569	225	0,0128± +0,0056	0,0126	98,3	0,011 / Evadne - 0,0; Penilia - 0,011/	0,0009	0,0002	1,7
23-24	0,639	465	0,0297± +0,0066	0,0295	99,0	0,029 / Evadne - 0,008; Penilia - 0,021/	0,0004	0,0002	1,0

мерно. Ночью рачки почти исключительно питаются животными, днем примесь растительной пищи наибольшая /табл. 1/.

Рационы. Как уже отмечалось, для расчета суточных рационов использовали весовые величины содержимого кишечника /табл. и время прохождения пищи по кишечнику в разные часы суток. Ранее /Петипа, 1966/ было показано, что у копепод в период непрерывного интенсивного питания животная и растительная пища проходит по кишечнику примерно в 2 раза быстрее, чем во время ослабленного питания /например, разовая порция животной пищи ночью переваривается за 1,5 ч, днем - за 3/.

Используя эти цифры и зная, что периоды интенсивного ночного питания и ослабленного дневного у *P. mediterranea* в августе 1968 г. длились по 12 ч, определяем, сколько раз обновлялось содержимое кишечника рачков в темное и светлое время суток. У самок и самцов число обновлений кишечного содержимого одинаково и равно: ночью - 8, днем - 4. Умножив величину среднего наполнения кишечника за ночь и день на число его обновлений и сложив полученные цифры, находим количество пищи, потребленное рачками за сутки.



Суточный ритм в питании *P. mediterranea* :

— — — животная пища, - - - - растительная.

Т а б л и ц а 2

Избирательная способность в питании у половозрелых
форм *P.mediterranea*

Вид пищи	Состав рациона				Содержание пищевых объектов в море		$\pm E = \frac{a - b}{a + b}$	
	самки		самца				самка	самец
	мг	% /а/	мг	% /а/	мг	% /в/		
<i>Penilia</i> <i>avirostris</i>	0,5370	75,4	0,2004	76,2	106,6	52,9	+0,18	+0,18
<i>Evadne</i> sp.	0,1590	22,3	0,0530	20,0	22,2	11,0	+0,34	+0,29
<i>Copepoda</i>	0,0130	1,8	0,0048	1,9	43,5	21,6	-0,8	-0,5
Водоросли	0,0030	0,4	0,0027	1,0	25-200*	10-50	-1,0	-1,0
Неопределен- ные остатки	0,0010	0,1	0,0021	0,9	-	-	-	-

* По данным сотрудников лаборатории фитопланктона Института
биологии южных морей Т.М.Кондратьевой и Е.В.Белогорской.

Итак, суточный рацион *P.mediterranea*, состоящий главным образом из животной пищи, равен у самок 0,713 мг сырого веса, у самцов - 0,263. В энергетических единицах эти величины соответствуют 0,526 и 0,194 кал. В процентах от сырого веса тел и от среднего содержания энергии в теле рационы самок и самцов составляют 79-66 и 44-36 /табл. 3/.

Принято, что калорийность половозрелых форм *P.mediterranea* в летний сезон такова же, как и *Acartia clausi*, - 5,5 кал/мг сухого веса.

Т а б л и ц а 3

Суточное потребление пищи у половозрелых форм
P. mediterranea в Черном море /температура воды 25°C/

Пол	Сред- ний раз- мер рачка, мм	Сред- ний сырой вес рачка, мг	Среднее содер- жание энергии, кал	Рацион			
				мг	% от сырого веса тела	кал	% от сред- него содер- жания энер- гии
Самка	2,78	0,899	0,791	0,713	79,3	0,526	66,5
Самец	2,41	0,606	0,533	0,263	43,5	0,194	36,4

З а к л ю ч е н и е

В более ранних работах /Петипа, Сажина, Делало, 1960; Петипа, 1966, 1967/ было выделено в Черном море два экологических комплекса организмов - эпипланктонный и батипланктонный, занимающих по вертикали в водной толще две зоны: верхнюю - до слоя температурного скачка и нижнюю - глубже этого слоя.

Организмы эпипланктонного комплекса не совершают значительных миграций, так как обитают в относительно тонком /5-20 м/ слое. Все эпипланктонные животные находятся в движении в течение полных суток, делая лишь кратковременные остановки и неэкономно расходуют энергию; питаются и размножаются также круглосуточно. Непрерывное движение с постоянными затратами энергии не способствует образованию запасов жира. Вдоль кишечника у эпипланктонных копепоид откладываются лишь мелкие жировые капли, которые тут же расходуются. Общее содержание жира в этих случаях не превосходит 10% сухого веса тела. Величины рационов у половозрелых копепоид не превышают 60-80% сырого веса тела. Эти цифры невелики, так как эпипланктонные формы питаются с относительно небольшой интенсивно-

стью в течение полных суток. На рост используется менее 50% усвоенной энергии. Все отмеченные особенности характеризуют определенный экологический тип организмов, свойственный эпи-планктону.

В противоположность эпипланктону батипланктонные организмы интенсивно мигрируют на большие расстояния, размножаются и питаются только ночью с очень высокой интенсивностью и пропускают через кишечник огромное количество пищи. При прохождении пищи по кишечнику за 5-10 мин в первую очередь, по-видимому, усваивается жир. В результате образуется большой жировой запас, свободно лежащий вдоль кишечника и расходующийся в период миграций. Общее содержание жира при этом обычно выше 20-40% сухого веса тела. Рационы при таком питании велики и составляют 130-300% сырого веса тела. На рост используется 50-80% усвоенной энергии. Эти особенности характеризуют другой экологический тип организмов, свойственный батипланктону.

Как показали наблюдения за поведением, питанием и другими сторонами биологии, представителям группы гипонейстона, который занимает наиболее тонкий, приповерхностный, слой моря, еще в большей степени свойственны все особенности эпипланктонного комплекса. Сказанное в полной мере относится к *P. mediterranea* - многочисленному веслоногому рачку гипонейстона, несмотря на то что его поведение характеризуется своими особыми чертами. Так, например, основная масса *P. mediterranea*, как и других обитателей приповерхностного слоя, может находиться или на самой поверхности воды, или немного глубже, в пределах слоя 10-25 см. Рачки обычно на поверхности моря держатся более или менее плотными стайками, хотя часто встречаются и одиночные организмы. В течение 30 мин до захода солнца при освещенности на 0 м 24-50 тыс. лк рачки постепенно уходят с поверхности воды, опускаясь в более глубокий слой, утром после восхода солнца при той же освещенности снова находятся на поверхности. Рачки последних возрастных стадий часто выпрыгивают из воды, совершая за 1-2 сек по два-четыре скачка по поверхности моря на расстояние 10-30 см.

Характер поведения, и в частности движения, не дает возможности *P. mediterranea* делать большие запасы жира. Как и у других эпипланктонных копепод, у *P. mediterranea* вдоль кишечника откладываются лишь очень мелкие жировые капли. Общее содержание жира у гипонейстонной *P. mediterranea* /определения С.Г.Африко-

вой/ мало и составляет 1,7-1,9% сухого веса тела. Аналогичные величины получены З.А.Виноградовой и др. /1962/. У эвипланктонной *Acartia clausi*, обитающей в слое 5-20 м, общее содержание жира колеблется в несколько больших пределах - 3-10% сухого веса тела /определения Т.И.Пшениной; Виноградова и др., 1962/.

P. mediterranea питается круглосуточно, и ее рационы составляют 43-79% сырого веса тела. Скорость развития /Сажина, 1960, 1967/¹, а следовательно, и характер роста у *P. mediterranea* и эвипланктонных *Acartia* и *Centropages* примерно одинаковы.

Таким образом, как видно из приведенных примеров, *P. mediterranea* обладает всеми основными свойствами организмов эвипланктонного комплекса.

Л и т е р а т у р а

- ВИНОГРАДОВА З.А., КОВБАСЮК А.С., КРИВОШЕЕ Э.Б., ЛИСОВСКАЯ В.И., МАЗУРЕНКО Е.А. Биохимический состав и калорийность фито- и зоопланктона Черного моря. - Наук. зап. Одеск. бiол. ст., 4, 1962.
- ГЕЙНРИХ А.К. О фильтрующей способности копепод бореальной и тропической областей Тихого океана. - Тр. Ин-та океанологии, 71, 1963.
- ЗАЙЦЕВ Ю.П. Про існування біоценозу нейстону в морській пелагіалі. - Наук. зап. Одеск. бiол. ст., 2, 1960.
- ЗЕЛЕЗИНСЬКА Л.М. До живлення деяких безхребетних гіпонейстону Чорного моря. - ДАН УРСР, 2, 1962.
- ИВЛЕВ В.С. Экспериментальная экология питания рыб. Пищепромиздат, М., 1955.
- ПЕТИПА Т.С. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря. - Тр. Севаст. биол. ст., 9, 1957.
- ПЕТИПА Т.С. Питание *Acartia clausi* Giesbr. в экспериментальных условиях. - Тр. Севаст. биол. ст., 11, 1959.
- ПЕТИПА Т.С. Питание *Acartia clausi* Giesbr и *A. latisetosa* Kritez. в Черном море. - Тр. Севаст. биол. ст., 12, 1959а.
- ПЕТИПА Т.С. Соотношение между приростом, энергетическим обменом и рационами у *Acartia clausi* Giesbr. - В кн.: Физиология морских животных. "Наука", М., 1966.
- ПЕТИПА Т.С. Об эффективности использования энергии в пелагических
- ¹ См. также ее статью в настоящем сборнике.

- экосистемах Черного моря. - В кн.: Структура и динамика водных сообществ и популяций. "Наукова думка", К., 1967.
- ПЕТИПА Т.С., САЖИНА Л.И., ДЕЛАЛО Е.П. Вертикальное распределение зоопланктона в Черном море в связи с гидрологическими условиями. - ДАН СССР, 133, 4, 1960.
- САЖИНА Л.И. Развитие черноморских Copepoda I. Науплиальные стадии *Acartia clausi* Giesbr., *Centropages kroeyeri* Giesbr., *Oithona minuta* Kritcz. - Тр. Севаст. биол. ст., 13, 1960.
- САЖИНА Л.И. Развитие черноморских Copepoda. III. Науплиальные стадии *Pontella mediterranea* Claus и *Labidocera brunescens* Czern. - В кн.: Биология и распределение планктона южных морей. "Наука", М., 1967.
- ANRAKU M., OMORI M. Preliminary survey of the relationship between the feeding habit and the structure of the mouth parts of marine copepods. - Limnology and Oceanography, 8, 1, 1963.
- GAULD D.T. Feeding in planktonic copepods. - Grazing in Terrestrial and Marine Environments. Blackwells Sci. Publ., Adlard and Son Ltd, Dorking, England, 1964.
- GAULD D.T. The swimming and feeding of planktonic copepods. - Some Contemporary Studies in Marine Science, George Allen and Unwin Ltd, London, 1966.
- MULLIN M.M. Research on the marine food chain. University of California, Institute of Marine Research. Report for the period June 1963 - December 1964 submitted to the U.S. Atomic Energy Commission for work under contract AT (II-I) - 34 P.A. N 108. - IMR Report, 65-66, 1963-1964.

О ПРОДУКЦИИ АППЕНДИКУЛЯРИЙ И САГИТТ
В НЕРИТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

В.Е. Заика

Институт биологии южных морей АН УССР проводит исследования по продуктивности зоопланктона Черного моря в районе Севастополя. Материал по сезонным изменениям численности популяции, необходимый для расчета продукции, собирается на расстоянии 2,5-10 миль от берега с помощью специального планктонсобиравателя /Трезе, 1962/.