

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

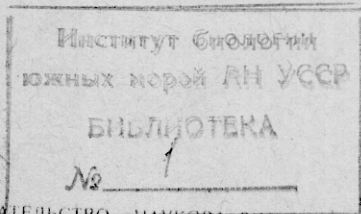
ПРОВ 2010

БИОЛОГИЯ МОРЯ

Вып. 28

ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАНКТОНА ЮЖНЫХ МОРЕЙ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК



ИЗДАТЕЛЬСТВО "НАУКОВА ДУМКА"

КИЕВ — 1973

Индивидуальная плодовитость особей составляет в среднем 635 яиц. Наибольшее число яиц дают особи I генерации (755), наименьшее - X (528).

Л и т е р а т у р а

Гарбер Б.И. Наблюдения за развитием и размножением *Calanipeda aequi-dulcis* K r i t s h. (Copepoda, Calanoida). -

В кн.: Тр. Карадаг. биол. ст., II, Симферополь, 1951.

Заика В.Е. О продукции аппендикулярий и сагитт в неэвритической зоне Черного моря. - В кн.: Биология моря, 17. Продукционно-биологические процессы в планктоне южных морей. "Наукова думка", К., 1969.

Сажина Л.И. Об индивидуальной плодовитости и продолжительности развития некоторых массовых пелагических Copepoda Черного моря. - Гидробиол. журн., 4, 3, К., 1968.

Чаянова Л.А. Размножение и развитие пелагических Copepoda Черного моря. - В кн.: Тр. Карадаг. биол. ст., 10, Симферополь, 1950.

D a l l o t S. La reproduction du Chaetognathe planctonique *Sagitta setosa* M u l l e r , en ete, dans la rade de Villefranche. C.R. Acad. Sc. Paris, 246, ser. D., 1967.

R e e v e M.R. The biology of Chaetognaths. I Quantitative aspects of growth and egg production in *Sagitta hispida*. - Symposium on marine food chains. University of Aarhus, Denmark 23- 26 July 1968.

РОСТ МАССОВЫХ КОПЕПОД ЧЕРНОГО МОРЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Л.И.Сажина

При определении биологической продукции необходимо знать особенности роста особей, особенно его количественные показатели и скорость прироста, а также скорость развития и продолжительность жизни. Изучение количественных показателей роста проведено нами по линейным и весовым размерам тела, вес рассчитан по формулам зависимости длины и веса.

Экспериментальные данные по продолжительности развития черноморских копепод (Чаянова, 1950; Сажина, 1960, 1961) позволили

построить кривые роста для *Calanus helgolandicus* (Claus), *Acartia clausi* Giesbrecht и *Centropages ponticus* Kagaev (Грезе, Балдина, 1964; Петипа, 1966а, б). Дальнейшие исследования, выполненные автором, позволили выяснить изменение линейных размеров тела и продолжительность развития возрастных стадий семи массовых копепод Черного моря, рассчитать вес, скорость роста и построить кривые роста для *Paracalanus parvus* (Claus), *Pseudocalanus elongatus* (Boeck), *Anomalocera patersoni* Thompson, *Pontella mediterranea* Claus, *Labidocera bruceensis* Czernjavsky, *Oithona similis* Claus и *Oithona nana* Giesbrecht (табл. 1, 2).

Длину тела науплиальных стадий промеряли от лобной линии до начала абдоминальных шипов, копеподитных — от лобной линии до конца фуркальных ветвей. Вес определяли геометрическим методом (Петипа, 1957), при этом удельный вес был принят равным единице. По форме тела яйца приравнивали шару ($1/6 \pi D^3$), науплиусу — эллипсоиду вращения ($1/6 \pi L T^2$), где L — длина тела, T — наибольшая ширина. Вес копеподитных и половозрелых стадий вычислен по формуле суммы объемов эллипсоида вращения и цилиндра:

$$1/6 \pi L T^2 + 1/4 \pi l t^2, \quad (1)$$

где L и T — длина и наибольшая ширина головогруди, а l и t — длина и средняя ширина брюшка. Удельный весовой прирост определен по формуле Г.Г. Винберга (1956):

$$C'_{cp} = [10^{\frac{1}{4}(19W_n - 19W_0)} - 1] \cdot 100. \quad (2)$$

На основании этих данных и материалов по продолжительности развития массовых видов в лабораторных условиях (табл. 3) построены кривые роста для всех десяти видов (рис. 1-3). Так, *C. helgolandicus* — холодолюбивый вид, самая крупная форма черноморских копепод и обладает наиболее длительным из каланид периодом развития. Остальные представители семейства Pontellidae имеют близкие морфологические и экологические характеристики. Из них *P. mediterranea* — более теплолюбивая форма, с коротким периодом развития. Ход кривых роста у этих трех видов сходен и на этапе копеподитного развития отличается от кривой *C. helgolandicus*.

Вероятно, отличие связано с экологическими особенностями видов. *P. elongatus*, *C. ponticus*, *A. clausi* (рис. 2) близки по размерам, но резко отличаются экологией: первый — холодолюбивый,

Длина тела возрастных стадий копепода (в мм)

Стадия	Calanus helgolandicus	Paracalanus parvus	Pseudocalanus elongatus	Centropeges ponticus	Anomala ceratersoni	Pontella mediterranea	Labidocera brunesclauseni	Oithona similis	О.ана
Яйца	0,18	0,06	0,10	0,07	0,14	0,12	0,11	0,08	0,04
Наупlius I	0,21	0,08	0,14	0,08	0,19	0,16	0,14	0,12	0,05
II	0,27	0,10	0,17	0,10	0,26	0,20	0,18	0,13	0,08
III	0,33	0,13	0,21	0,12	0,37	0,33	0,22	0,14	0,10
IV	0,39	0,17	0,28	0,19	0,42	0,48	0,30	0,17	0,11
V	0,48	0,21	0,30	0,21	0,56	0,72	0,36	0,20	0,13
VI	0,56	0,23	0,31	0,25	0,67	0,88	0,43	0,24	0,15
Копеподит I	0,91	0,32	0,38	0,34	0,82	0,99	0,58	0,43	0,22
II	1,21	0,39	0,42	0,41	1,12	1,13	0,77	0,55	0,30
III	1,37	0,45	0,55	0,52	1,52	1,31	0,96	0,64	0,35
IV	2,25	0,52	0,85	0,65	2,08	1,72	1,20	0,80	0,39
V	2,90	0,60	0,99	0,91	2,65	2,16	1,48	0,99	0,46
♀	3,32	0,66	1,25	1,27	3,20	2,85	1,70	1,20	0,52
♂	3,19	0,72	0,99	1,16	3,00	2,44	1,60	1,18	0,49

Вес возрастных стадий копецод (в мг)

Стадия	<i>C. belgo-landicus</i>	<i>P. parvus</i>	<i>P. elongatus</i>	<i>C. ponticus</i>	<i>A. pater-soni</i>	<i>P. mediterranea</i>	<i>L. brunes-A. clausi</i>	<i>O. similis</i>	<i>O. nana</i>	
Яйца	0,0031	0,00011	0,00052	0,0002	0,0014	0,0010	0,00055	0,00029	0,00011	0,00004
Науп-лиус	I 0,0028	0,00004	0,00018	0,00005	0,00109	0,00068	0,00058	0,00011	0,00009	0,00004
	II 0,0031	0,00008	0,00022	0,00008	0,00222	0,00105	0,00108	0,00018	0,00015	0,00007
	III 0,0051	0,00015	0,00032	0,00021	0,00305	0,00248	0,00246	0,00055	0,00038	0,00012
	IV 0,0073	0,00022	0,00063	0,00080	0,00622	0,00425	0,00457	0,00080	0,00067	0,00018
	V 0,0125	0,00053	0,00099	0,00110	0,01165	0,00677	0,00675	0,00116	0,00084	0,00028
	VI 0,0294	0,00092	0,00103	0,00160	0,01743	0,01400	0,00894	0,00166	0,00103	0,00037
Копе-подит	I 0,0333	0,0012	0,0015	0,0019	0,0205	0,0250	0,0170	0,0029	0,0017	0,0005
	II 0,0419	0,0017	0,0020	0,0029	0,0350	0,0420	0,0280	0,0049	0,0022	0,0009
	III 0,1198	0,0026	0,0042	0,0056	0,0570	0,0630	0,0450	0,0073	0,0025	0,0012
	IV 0,2980	0,0044	0,0106	0,0098	0,1050	0,1440	0,0875	0,0131	0,0032	0,0015
	V 0,6070	0,0087	0,0265	0,0271	0,3400	0,3010	0,1800	0,0231	0,0041	0,0019
♀	0,9830	0,0121	0,0650	0,0725	0,6000	0,5010	0,3500	0,0491	0,0052	0,0030
♂	0,7670	0,0140	0,0400	0,0514	-	0,4150	-	0,0407	0,0060	0,0026

второй - теплолюбивый, третий - круглогодичная форма. *P. parvus* - самый мелкий рачок из каланид Черного моря, является осенней формой. *C. ponticus* обладает малой продолжительностью развития, у остальных трех видов она примерно одинакова. Этим объясняется сходство кривых роста *C. ponticus* и *P. mediterranea*.

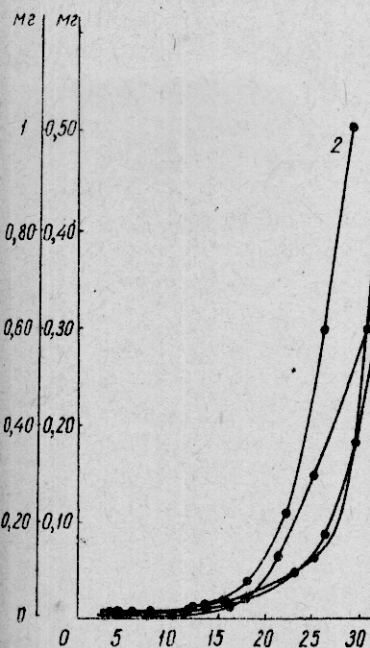


Рис.1. Кривые роста *C. helgolandicus* (1), *P. mediterranea* (2), *A. patersoni* (3), *L. brunescens* (4). (Масштаб кривой 1 в два раза меньше масштаба кривых 2,3,4).

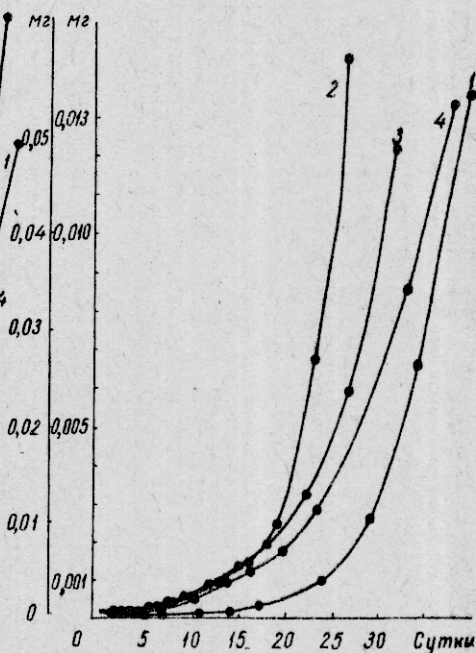


Рис.2. Кривые роста *P. elongatus* (1), *C. ponticus* (2), *A. clausi* (3), *P. parvus* (4). (Масштаб кривых 1,2,3 в четыре раза меньше масштаба кривой 4).

У *A. clausi*, *P. elongatus*, *A. patersoni* и *L. brunescens* форма кривых также близка. Несколько выделяется кривая *P. parvus*, которая по своему построению близка к кривой *C. helgolandicus*.

Ход кривых у *O. similis* и *O. nana* (рис.3) имеет иной характер, чем у каланид. Кривые образуют изгиб после первой копелодитной стадии с последующим плавным подъемом. Вероятно, это также связано с экологическими особенностями видов.

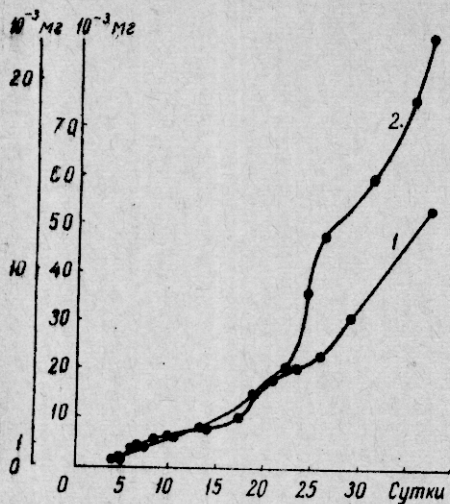


Рис.3. Кривые роста *O. similis* (1), *O. papa* (2). (Масштаб кривой 1 в четыре раза меньше масштаба кривой 2).

Анализ роста исследуемых видов показал, что изменение удельных весовых приростов по мере развития происходит относительно равномерно: ускоренно в начале, замедленно в конце развития. Среднесуточные удельные приросты, выраженные в процентах и отнесенные к среднему весу тела являются максимальными в начале науплиального периода (I-II стадии), превышая иногда даже 200% (табл.4, рис.4). Из литературных данных известно, что науплиусы первых двух стадий не питаются, так как не имеют ротового отверстия (Grobben, 1881; Marshall а.Огг, 1955), но

это не исключает питания растворенным органическим веществом. Вероятно, этим можно объяснить значительный прирост рачков на первых стадиях развития. На последующих науплиальных стадиях прирост постепенно падает, достигая минимума к концу науплиального или к началу копеподитного периода. В начале копеподитного периода у представителей холодолюбивого комплекса отмечены низкие приросты, а у представителей теплолюбивого комплекса — довольно высокие. В дальнейшем происходит увеличение приростов с максимумом на II-III стадиях у первых видов и на IV-V — у вторых. К концу развития наблюдается снижение приростов. Исключения из общей схемы изменения приростов, наблюдаемые на некоторых стадиях развития (*S. helgolandicus* на III-IV, *P. mediterranea* на V-VI и т.д.), вероятно, обусловлены несовершенными условиями содержания. Высокими среднесуточными приростами обладают летние стено- и эвритермные каланиды, низкие приросты у циклопид.

В период наблюдений за развитием веслоногих ракообразных в лабораторных условиях отмечено, что после линьки науплиусов в

Продолжительность возрастных стадий развития колепод (в днях)

Вид	Температура в опроне, °С	Эмбриональный период	Науплиальный период					Колеподитный период					Общая продолжительность развития					
			I	II	III	IV	У	VI	Общая продолжительность периода	I	II	III		IV	У	Общая продолжительность периода		
<i>C. belgicus</i>	17-18	I	0,5	I	3-3	3	3	3	3	3	13,5-18,5	2	3	4	5	5	19	33,5-38,5
<i>P. parvus</i>	14-15	I	I	I	I	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	12-15	2-3	3-4	3-4	5-7	16-22	29-38	
<i>P. elongatus</i>	8-10	3	I	2	3	3-5	3-4	2-3	14-18			2	2	3	5	5	17	34-38
<i>C. ponticus</i>	22-23	I	0,5	I	3	2	1,5	2	10			3	3	3	3-4	15-17	26-28	
<i>A. patersoni</i>	17	3	I	2	3	3	2-3	2	13-14			Ориентировочно по					15	31-32
<i>P. mediterranea</i>	21-23	2	I	I	3	3	2	2	12			три дня					15	29
<i>L. brunescens</i>	21-23	2	I	I	3	2	2	2	11								15	28
<i>A. clausi</i>	20-22	0,5	0,5	I	3	2	2	3	11,5			3	3	4-5	4-5	18-21	30-38	
<i>O. similis</i>	8-10	3-5	I	2-3	3	3-4	3-4	3-4	15-19			2-3	3	4-5	4-5	15-19	33-43	
<i>O. nana</i>	11-14	5-6	I	2-3	4-5	3	3	3-4	16-19			2	2	5	4-5	17-19	38-44	

Суточные удельные весовые приросты возрастных стадий копецод

Стадия	<i>C. heigoldicus</i>	<i>F. parvus</i>	<i>P. elongatus</i>	<i>E. ponticus</i>	<i>A. pater-soni</i>	<i>P. mediterraneus</i>	<i>L. brunescens</i>	<i>A. clausilis</i>	<i>O. similis</i>	<i>O. nana</i>
Яйца	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Науп-леус	I 22,6	100,0	22,2	156,0	103,7	54,4	123,6	167,8	66,6	75,0
	II 64,5	71,0	20,6	162,4	17,1	136,2	138,9	205,6	45,1	24,1
	III 7,4	46,7	26,3	35,0	26,9	19,7	22,9	13,3	20,8	9,4
	IV 19,6	28,5	11,7	17,2	23,8	16,8	21,5	20,2	6,7	15,0
	V 32,9	16,9	7,9	28,3	17,5	43,7	15,3	19,6	5,9	9,7
	VI 4,2	7,9	16,2	90,0	8,4	33,7	37,7	21,0	15,4	9,0
Копецо-лит	I 12,1	14,8	15,7	15,2	19,5	18,9	18,1	19,1	10,9	34,2
	II 41,9	12,7	44,9	24,6	17,7	13,6	17,1	14,2	5,2	15,4
	III 25,6	16,1	36,1	20,5	33,4	31,7	15,5	13,7	8,6	4,6
	IV 15,3	21,3	20,0	33,8	37,1	27,8	27,2	13,4	5,6	5,4
	V♀ 10,1	5,6	19,6	32,4	20,9	18,5	24,8	18,1	5,4	10,7
	V♂ 4,8	8,2	8,5	20,0	-	11,3	-	13,4	8,8	7,2

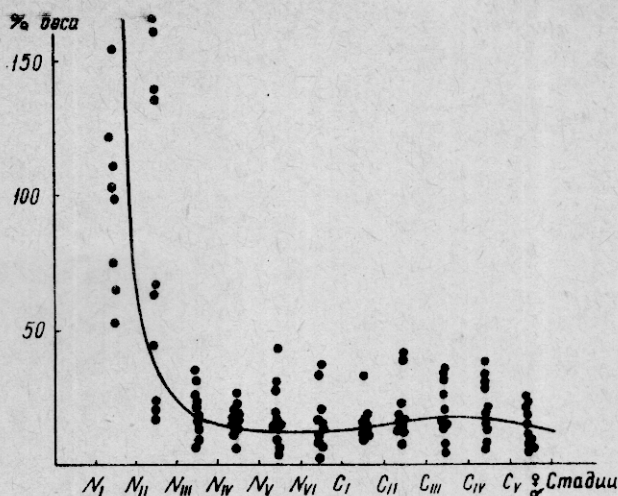


Рис.4. Изменение удельных суточных приростов возрастных стадий копепод.

первую копеподитную стадию происходит увеличение длины тела только в момент линьки и далее после линьки в ближайшие два часа (табл.5). По всей вероятности, интенсивный рост рачка продолжается только до полного затвердевания хитина в течение этих двух часов.

Т а б л и ц а 5

Изменение длины тела *C. helgolandicus* (в мм) после линьки в первую копеподитную стадию

Номер опыта	Длина тела (в мм)			
	сразу после линьки	через 1 час	через 2 час	через 24 час
1	0,826	0,840	0,854	0,854
2	0,884	0,884	0,892	0,892
3	0,882	0,896	0,896	0,896

Сьюэлл (Sewell, 1912) указывал, что каждый вид копепод имеет "свой" определенный фактор роста. Наблюдая за ростом пресноводных рачков, он установил, что изменение коэффициента роста у них согласуется с законом Брукса (Brooks, 1886), согласно которому длина организма в период личиночного роста на каждой стадии

увеличивается на определенный процент, являющийся приблизительно постоянной величиной (1,25). Закон Брукса был установлен при обработке *Stomatopoda (Ostracoda)*, но уже Скогсберг (Skogsberg, 1920) отмечал, что периодическое увеличение длины раковины *Conchoecia elegans* не подчиняется закону Брукса и пришел к выводу, что "на коэффициент роста сильное воздействие оказывает внешняя среда и у ряда видов его величина не остается постоянной в течение всего периода постэмбрионального развития". Это положение Скогсберга можно отнести, судя по нашим материалам, и к морским копеподам, так как коэффициенты роста изученных видов существенно изменяются в условиях эксперимента (у *S. helgolandica* - 1,14 - 1,62, у *S. ponticus* - 1,10 - 1,56 и т.д.). По данным Гарнея (Gurney, 1929), Маршалл и Орра (1955), коэффициенты роста морских копепод, полученные на полевом материале, отличаются как у разных видов, так и у различных стадий одного и того же вида. Эти отличия менее существенны при лабораторном содержании копепод.

Как было установлено, в условиях эксперимента рост большинства веслоногих ракообразных происходит по параболе. Среднесуточный прирост, как правило максимальный в начале науплиального периода, постепенно падает к концу развития. Отдельные колебания приростов находятся в зависимости от условий содержания организмов.

Л и т е р а т у р а

Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. - Изд-во Минского ун-та, Минск, 1966.

Гресе В.Н., Балдина Э.П. Динамика популяций и годовая продукция *Acartia clausi* G i e s s e r g . и *Centropages cloeyeri* G i e s s e r g . в неретической зоне Черного моря. - Тр. Севастоп. биол. ст., 17. "Наукова думка", К., 1964.

Петипа Т.С. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря. - В кн.: Тр. Севастоп. биол. ст., 9. Изд-во АН СССР, М., 1957.

Петипа Т.С. Об энергетическом балансе у *Calanus helgolandicus* (C l a u s e n) в Черном море. - В кн.: Физиология морских животных. "Наука", М., 1966а.

Петипа Т.С. Соотношение между приростом, энергетическим обменом и рационами у *Acartia clausi* G i e s s e r g . - В кн.: Физиология морских животных. "Наука", М., 1966б.

Сажина Л.И. Развитие черноморских Copepoda. 1. Науплиальные стадии *Acartia clausi* G i e s b r., *Centropages kroeyeri* G i e s b r., *Oithona minuta* K r i t s z . - Тр. Севастоп. биол. ст., 13. Изд-во АН СССР, М., 1960.

Сажина Л.И. Развитие черноморских Copepoda. 2. Науплиальные стадии *Calanus helgolandicus* (C l a u s). - Тр. Севастоп. биол. ст., 14. Изд-во АН СССР, М., 1961.

Чаянова Л.А. Размножение и развитие пелагических Copepoda Черного моря. - Тр. Карадаг. биол. ст., 10, Изд-во АН УССР, К., 1950.

Brooks W.K. Report on the Stomatopoda dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. - Report on the "Challenger", Zoology, 16, 45, London, 1886.

Grobben C. Die Entwicklungsgeschichte von *Cetochilus septentrionalis* Goodsir. - Arbeit. aus dem Zool. Inst. der Univ. Wien, 3, 3, Wien, 1881.

Gurney R. Dimorphism and rate of growth in Copepoda. - Rev. Hydrobiol., 21, London, 1929.

Marshall S.M. a. Orr A.P. The biology of marine Copepod *Calanus finmarchicus* (G u n n e r), London - Edinburgh, 1955.

Sewell R.B.S. Notes on the surface-living Copepoda of the bay of Bengal. - Rec. Indian Mus., N.S., 7, 1912.

Skogsberg T. Studies on marine Ostracoda. 1. Cypridinida *Halocyprida* a. Polycopida. - Zool. Bidr. Uppsala Suppl., 1, 1920.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА В КРАСНОМ МОРЕ В СВЯЗИ С ПРИТОКОМ АДЕНСКИХ ВОД

К.Т.Гордеева

Первые количественные данные по зоопланктону Красного моря получены в результате изучения материалов, собранных в течение 1962-1966 гг. в ряде советских экспедиций.

Результаты первичной обработки части материалов по красно-морскому зоопланктону, собранных зимой 1961-1962 гг. в экспедиции на нис "Академик А.Ковалевский", опубликованы Е.Н.Делалю (1966). Представлены биомассы зоопланктона на основе волюменометрических