

ПРОБ-7011

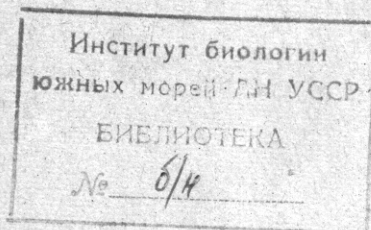
ПРОБ-7011

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

БИОЛОГИЯ МОРЯ

Вып. 19

ПРОДУКЦИЯ И ПИЩЕВЫЕ СВЯЗИ
В СООБЩЕСТВАХ ПЛАНКТОННЫХ
ОРГАНИЗМОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»

КИЕВ — 1970

У отдельных особей он колебался в значительных размерах - от 0,004 до 0,108 мг. Среднесуточный прирост в процентах к среднему весу тела был равен 21,6 с колебаниями от 7,5 до 51,4%. В табл. 2, где приведены эти данные, в некоторых случаях большие абсолютные величины прироста веса в сутки не совпадают с большими значениями среднесуточной величины в процентах. Это вызвано тем, что наблюдаемые животные были разного веса и поэтому небольшие абсолютные величины прироста веса для мелких особей имеют большее относительное значение, чем сравнительно большие весовые приросты для более крупных.

Л и т е р а т у р а

В и н б е р г Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. - Изд-во Минского университета, Минск, 1956.

З а и к а В.Е. О продукции аппендикулярий и сагитт в неритической зоне Черного моря - В кн.: Продукционно-биологические процессы в планктоне южных морей. Наукова думка, К., 1969.

П а в л о в а Е.В. Биология *Penilia avirostris* Dana в Черном море. Автореф. дисс. Севастополь, 1960.

П е т и п а Т.С. Об энергетическом балансе у *Galanus helgolandicus* (Claus) в Черном море. - В кн.: Физиология морских животных, "Наука", М., 1966.

П е т и п а Т.С. Соотношение между приростом, энергетическим обменом и рационами у *Acartia clausi* Giesbreg. - Там же, 1966а.

B u r f i e l d S.T. Sagitta. Liverpool Marine Biology Committee. - Mem., 28, London, 1927.

R e e v e M.R. Feeding of Zooplankton with special reference to some experiments with Sagitta. - Nature, 201 (4915), 1964.

ПЛОДОВИТОСТЬ ИДОМЕА BALTICA LASTERI (Aud.) И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ДЫХАНИЮ ЖИВОТНЫХ

Н.Н.Хмелева

Количественное определение взаимосвязи размножения с другими физиологическими процессами у водных ракообразных позволяет более правильно оценивать их продукционную роль в водоеме. При изучении трансформации энергии у отдельных

представителей данной группы одним из важных параметров балансового равенства являются затраты энергии на репродукцию. В обоих случаях прежде всего необходимо знать абсолютную плодовитость у изучаемого вида ракообразных, т.е. общее число яиц или молоди, образуемое самкой за один помет или в течение всей жизни. Представляют интерес также относительная плодовитость, понимаемая здесь как отношение абсолютной плодовитости, выраженной в весовых единицах, к весу тела самки, что дает возможность сопоставлять между собой репродукционную способность различных видов животных. Представитель равноногих раков - *Idotea baltica basteri* входит в состав прибрежных биоценозов Черного моря, зачастую образуя массовые, устойчивые популяции (Желтенкова, 1951; Бокова, 1952; Шаронов, 1952; Гаевская, 1958) и является пищей для многих черноморских рыб. Кроме того, не исключается возможность культивирования этого вида изопод в качестве кормового объекта для рыб или дополнительного источника животных белков и других питательных веществ. В связи с этим были проведены наблюдения по биологии размножения идотей и изучение их плодовитости в зависимости от размеров. Соответствующие литературные данные для *I. baltica basteri* очень малочисленны (Гондзикович, 1906; Желтенкова, 1951).

Сбор полевого материала производили ежемесячно в течение 1966 г. в Севастопольской, Хрустальной и Стрелецкой бухтах Черного моря, а также в районе Карадага. Проведен анализ 336 самок. У предварительно взвешенных яйценосных особей вскрывали выводковые сумки, удаляли половые продукты, а самых рачков взвешивали повторно. Одновременно просчитывали число яиц, эмбрионов или личинок, заключенных в марсупиуме, и количество молоди в помете. Для взвешивания самок и личинок пользовались микроаналитическими весами СМД-1000.

Яйценосные самки встречались на протяжении всего года, однако наибольшее их число приходилось на весенние (апрель-май) и осенние (сентябрь) месяцы. В эти же периоды появившаяся молодь составляла основную численность в популяции идотей. Вес молоди после выхода из зародышевой сумки равен 0,11-0,14 мг, длина - 1,2 - 1,4 мм. Максимальный сырой вес взрослых самцов был равен 230 мг при длине тела 25 - 26 мм. Самки значительно мельче. Их дефинитивный вес в 3, а длина в 1,6 раза меньше, чем у самцов.

Оплодотворение у *I. baltica basteri* внутреннее и происходит в общем так же, как это описано для других видов идотей (Kjennerud, 1952; Naylor, 1955). Самки откладывают яйца в выводковую камеру и вынашивают их там до полного развития личинок. Некоторые исследователи сообщают, что в марсупиуме идотей личинки проходят первую линьку и только после этого происходит их вымет (Forsmann, 1944; Kjennerud, 1952; Naylor, 1955). Развитие у представителей данного семейства прямое, и появившаяся молодь мато чем отличается от имаго.

Наблюдения показывают, что идотеи впервые приступают к размножению при длине 6,5 - 7 мм и сыром весе 7 - 9 мг. Такого размера при 20°C самки достигают через 40 - 46 суток после рождения, а при 10 - 11°C примерно в два раза позднее. За период от начала роста до достижения дефинитивного веса (70 - 75 мг) самка дает в среднем 12 пометов.

Анализ эмпирических данных по соотношению длины и веса у изученного вида показал, что данная зависимость выражается параболическим уравнением ($W = qL^2$), установленным ранее для других ракообразных (Камшилов, 1951; Щербаков, 1952; Константинова, 1961; Гудкова, 1963; Петица, 1966а, и др.). В численном виде уравнение для самцов имеет вид:

$$W = 0,0535L^{2,566}, \quad (1)$$

где W - сырой вес в мг, L - длина в мм. Для самок с пустыми выводковыми камерами оно выражается следующим образом:

$$W_q = 0,0227L^{2,912}, \quad (2)$$

Для самок с выводковыми сумками, заполненными половыми продуктами, соответственно:

$$W_{\Sigma} = 0,0341L^{2,874}. \quad (3)$$

Одноразмерные самцы и самки с пустыми выводковыми сумками имеют практически сходный вес (рис. 1). Вес самок с личинками в марсупиуме заметно отличается как от веса самцов, так и от веса неяйценосных самок (рис. 1, 2). Рассчитав по уравнениям (2) и (3) разницу в весе одноразмерных самок с полными и пустыми марсупиумами во всем размерном диапазоне данного вида и отложив эти величины на график (рис. 2, 3), была установлена зависимость между длиной самок (L) и весом половых продуктов (W_f):

$$W_f = 0,0116L^{2,774}. \quad (4)$$

Как показывают данные табл. I, относительная плодовитость *I. baltica basteri* мало изменяется с увеличением размера самок и составляет в среднем 36,6% веса тела. Таким образом, данную зависимость, выраженную в весовых единицах (W_f), можно передать более простой связью:

$$W_f = 0,366 W_p. \quad (5)$$

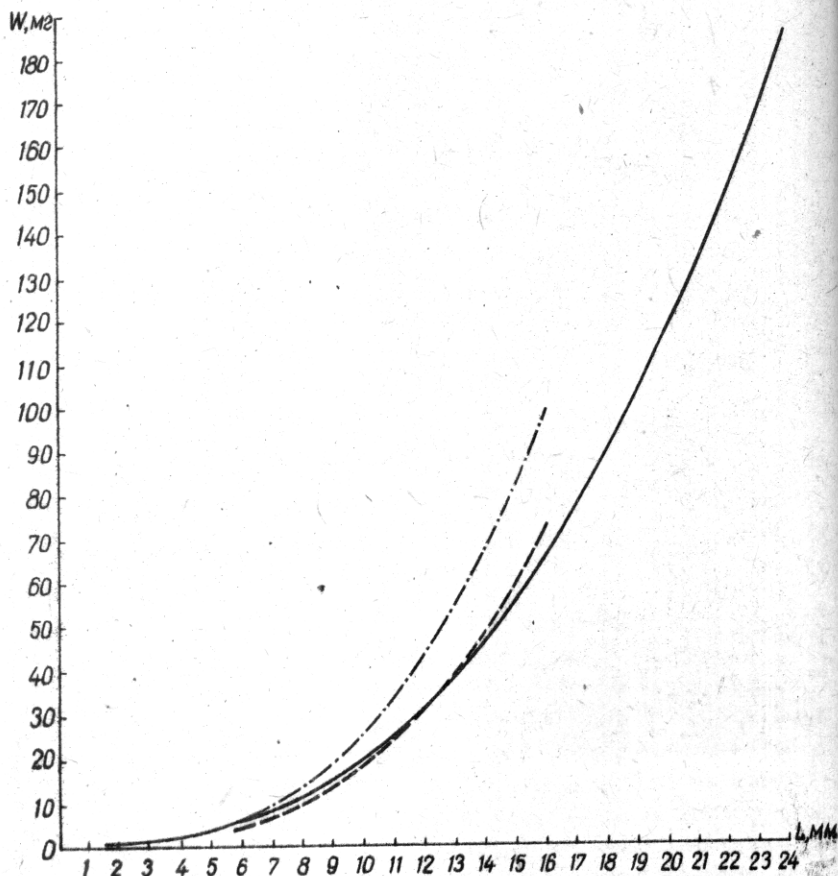


Рис. I. Зависимость между длиной и весом тела икотей:

— самцы, — — — — — неядценосные самки, — · — · — — — — — яйценосные самки.

Зависимость числа молоди в помете (E) от размеров самки (L) имеет сходный характер (рис. 4) и выражается:

$$E = 0,273L^{2,32} \quad (6)$$

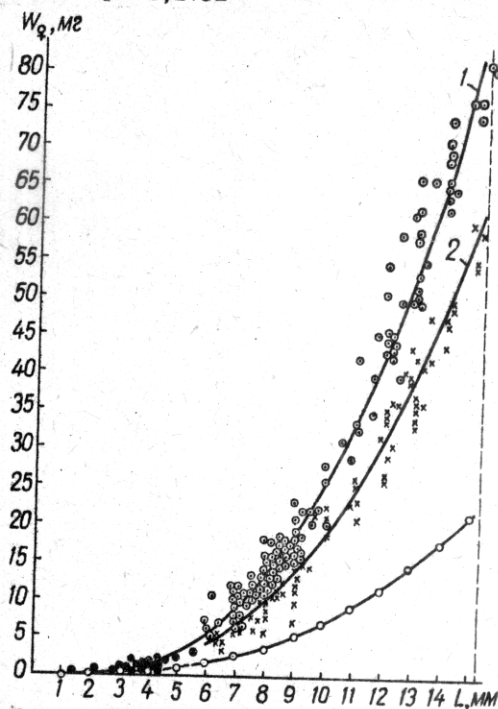


Рис. 2. Зависимость длины от веса тела самок икотей.

1 - яйценосные самки, 2 - неяйценосные самки.

Каждая точка на графике представляет собой среднюю величину плодовитости (E) для 6 - 16 самок данной размерной группы. По имеющимся литературным данным, для ряда ракообразных получена аналогичная зависимость плодовитости от размера тела, которая в целом пропорциональна кубу длины (Jensen, 1958; Schütz, 1963). В случае изопод (уравнение 6) степень при длине (L) оказалась ниже трех, что, по-видимому, связано с некоторыми особенностями геометрического роста последних. На основании уравнений (2) и (6) выведена зависимость плодовитости от веса самок:

$$E = 5,652W_q^{0,79}, \quad (7)$$

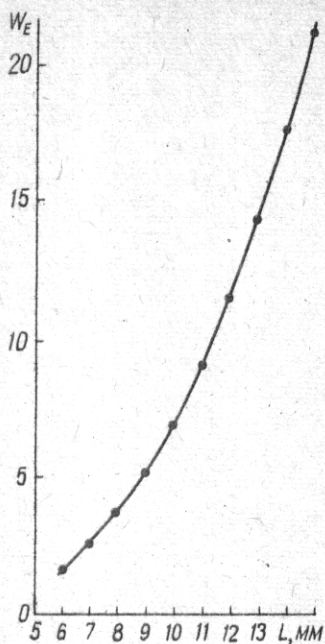


Рис. 3. Зависимость между длиной самок и весом половых продуктов.

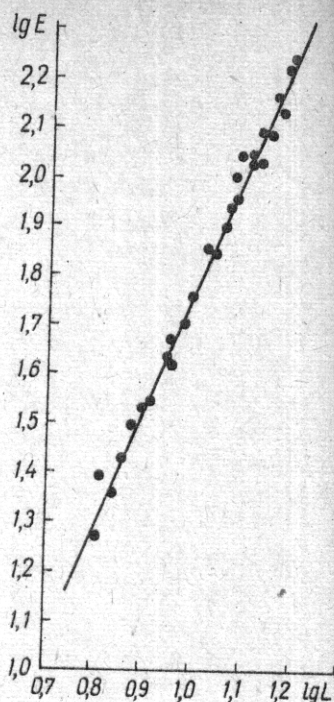


Рис. 4. Зависимость плодovitости от размера самок и детей.

где W_{ϕ} - сырой вес самки в мг. Полученная связь выразилась параболическим уравнением с показателем степени при W меньше единицы. Это означает, что при увеличении веса число молодежи в помете возрастает не прямо пропорционально, а с некоторым замедлением.

Ориентировочно можно считать, что на образование яиц самка затрачивает количество энергии, примерно равное энергии, заключенной в общей массе последних в момент вымета. После вымета яиц, вынашивая их в marsupium или на абдоминальных конечностях, самка, по-видимому, не снабжает их питательными ве-

Т а б л и ц а I

Соотношение между размерами и плодовитостью
идотей

Длина, мм	Сырой вес са- мок с пустыми марсупиумами, мг	Общий сырой вес личинок в марсупиу- ме, мг	Отношение общего ве- са личинок в марсу- пиуме к весу самок, %
6	4,20	1,663	39,0
7	6,57	2,552	38,8
8	9,70	3,700	38,0
9	13,67	5,130	37,6
10	18,58	6,861	36,8
11	24,50	8,940	36,4
12	31,60	11,380	36,0
13	39,80	14,200	35,6
14	49,40	17,460	35,3
15	60,50	21,130	34,7
16	73,00	25,260	34,6

ществами и они развиваются только за счет внутренних энергетических резервов. При этом исключено, что развивающиеся в марсупиуме эмбрионы и личинки могут ассимилировать метаболиты, выделяемые самой самкой или растворенные в воде и попадающие с ней в выводковую камеру. В данный период самки обеспечивают развивающуюся молодь достаточным количеством кислорода. Для этих целей они специальными движениями конечностей и оостегитов создают постоянный проток свежей воды через марсупиум. Поскольку выметанные яйца некоторое время, а во многих случаях вплоть до выхода из них молоди, остаются вместе с самкой, то общие затраты на энергетический обмен особи складываются из расходов энергии, идущих на дыхание самой самки и эмбрионов, заключенных в выводковой сумке. Для дифференцированной оценки важно знать в каком соотношении находятся оба этих элемента энергетического обмена и какую часть составляет соответственно от общей величины дыхания самки. Зависимость между скоростью потребления кислорода (Q - в мл O_2 /экз. в час

при 20^0) и сырым весом (W) у изученного вида изопод в диапазоне 0,14-210 мг подчиняется следующим параболическим уравнениям:

а) в состоянии покоя (основной обмен) -

$$Q_{осн} = 0,183W^{0,82}; \quad (8)$$

б) в расчете на средний суточный час с учетом суточного ритма подвижности рачков (общий обмен) -

$$Q_{общ} = 0,217W^{0,79}. \quad (9)$$

Измерение дыхания у одноразмерных самцов и самок с пустыми выводковыми сумками не показало существенных различий в потреблении кислорода. Иная картина наблюдалась при постановке опытов с яйценосными самками. Во всех случаях дыхание у них оказалось на 28-35% выше по сравнению с равными по весу самцами и самками без половых продуктов в марсупиуме. В связи с этим были сделаны следующие расчеты. Отдельно по уравнению (8) вычисляли дыхание самок с пустыми марсупиумами и дыхание имеющих у них личинок (табл. 2, гр. 6, 7). Причем расчет потребления кислорода личинками производился не через их общий вес, а исходя из скорости дыхания одной личинки среднего веса (0,13 мг), которая умножалась затем на общее число их в выводковой сумке. Общее дыхание в этом случае представляло сумму двух полученных величин (табл. 2, гр. 8). Данную величину сопоставляли с дыханием самцов и неяйценосных самок, равных по весу яйценосным (табл. 2, гр. 9), рассчитанному так же по уравнению (8). Разница составляла 32,8 - 35,4%, т.е. величину близкую к экспериментальной (табл. 2, гр. 10). Это объясняется более высокой интенсивностью дыхания личинок, связанной с их мелкими размерами.

Величина потребления кислорода самками с личинками в марсупиуме примерно на 100% выше, чем у тех же самок без половых продуктов (табл. 2, гр. 7, 8). Сходные соотношения в дыхании одноразмерных самок без эмбрионов и с эмбрионами в зародышевой камере получил Ричман (Richman, 1958) для *Daphnia pulex*. Например, самка дафнии длиной 1,61 мм (без эмбрионов в зародышевой камере) потребляет $0,16 - 0,31 \mu l O_2 \text{ экз}^{-1} \cdot \text{час}^{-1}$, а с эмбрионами при длине 1,83 мм соответственно $0,028$ и $0,054 \mu l O_2 \text{ экз}^{-1} \cdot \text{час}^{-1}$.

Расчеты показали, что у *I. baltica basteri* суммарное дыхание личинок, заключенных в марсупиуме, практически равно потреблению кислорода на энергетический обмен самой самкой (табл. 2,

Связь между энергетическим обменом и плодovitостью
I. baltica basteri

Длина, мм (L)	Сырой вес самки, мг		Сырой вес личинки в марсупиуме: мг (ΣW_0)		Количе- ство ли- ченок в марсупи- уме на I самку (F)		Потребление кислорода (в мл * экз-1 час-1) при 20°		Самками с личинками в марсупи- уме (6)+(7)		Дыхание особей, равных по весу, (3)х/ (8)х/ в % от (8)		Разница в дыха- нии (8)-(9), в % от (8)	
	без личи- нок в мар- супиуме (W_0)	с личин- ками в марсупи- уме (W_{0E})												
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
8	9,70	13,40	3,70	33	3,93	4,09	8,02	5,33	33,6					
10	18,58	25,44	6,86	56	6,70	-6,98	13,68	9,01	34,2					
12	31,60	42,98	11,38	89	10,60	10,77	21,37	13,82	35,4					
14	49,40	66,88	17,46	120	14,30	15,53	29,63	19,92	32,8					
16	73,00	98,26	25,26	170	20,30	21,41	41,71	27,30	34,6					

x/ Расчет произведен по уравнению (8).

гр. 6, 7). Следовательно, зная скорость потребления кислорода самкой данного размера без половых продуктов (Q_p) и определив (по такому же уравнению) дыхание одной личинки (Q_o) известного веса (W_o), получаем возможность рассчитать ее плодовитость:

$$E = \frac{Q_p}{Q_o}, \quad (10)$$

где E - плодовитость, т.е. число личинок или яиц репродуцируемых самкой за один помет. Поскольку $Q_p = a W_p^k$, $a Q_o = a W_o^k$, то $E = \frac{a W_p^k}{a W_o^k}$ или

$$E = \left(\frac{W_p}{W_o} \right)^k. \quad (11)$$

Иначе эту зависимость можно выразить следующим образом:

$$E = \left(\frac{1}{W_o} \cdot W_p \right)^k = \left(\frac{1}{W_o} \right)^k \cdot W_p^k. \quad (11a)$$

Подставляя численные значения W_o и коэффициента k из уравнения (8) получаем:

$$E = \left(\frac{W_p}{0,13} \right)^{0,82} \text{ или } E = \left(\frac{1}{0,13} \times W_p \right)^{0,82} = (7,7 \times W_p)^{0,82} = 7,7^{0,82} \times W_p^{0,82}.$$

В окончательном виде уравнение, связывающее индивидуальную плодовитость (E) *I. baltica basteri* с весом самок (W_p), будет выглядеть следующим образом:

$$E = 5,248 W_p^{0,82}. \quad (12)$$

В результате этих расчетов найдено уравнение очень близкое по численным значениям коэффициентов к уравнению (7), отражающему на основании полевых данных зависимость между плодовитостью и весом самок. Интересно отметить, что степенной коэффициент в уравнении (7) оказался практически одинаковым с таковым в уравнениях (8), (9), связывающих обмен и вес животных. Это свидетельствует о том, что оба физиологических процесса - дыхание и размножение - тесно связаны друг с другом, являются функцией веса и изменяются с возрастанием последнего одинаковым образом. В общем виде уравнение может быть записано, как:

$$E = m W_p^k. \quad (13)$$

На основании соотношения (11a) была сделана попытка получить уравнения аналогичные (12), рассчитать по ним плодовитость для ряда других водных ракообразных и сопоставить полученные результаты с непосредственными подсчетами числа яиц или родившейся молоди у самок данного размера (табл. 3). В большинстве случаев наблюдается хорошее соотношение расчетных и эмпирических данных у представителей различных отрядов ракообразных. Таким образом, вполне очевидно, что коррелятивная связь между энергетическим обменом и репродукцией существует не только у *L. baltica basteri*, но и у других видов рассматриваемого класса животных.

Представленные в табл. 3 результаты подтверждают также высказанное выше предположение, что обмен самок во всем размерном диапазоне практически равен суммарному обмену имеющейся у них молоди. Только в этом случае при условии, что с увеличением их размеров относительная плодовитость мало изменяется, оправдывается уравнение (13). Таким образом, наряду с другими способами расчета, по-видимому, появляется еще одна возможность определить индивидуальную плодовитость ракообразных, не занимаясь трудоемким и механическим подсчетом у них числа яиц в кладке или молоди в помете. На основании анализа многочисленных данных по энергетическому обмену в зависимости от веса животных для большинства ракообразных можно принять, что коэффициент k в параболическом уравнении $Q = aw^k$ составляет 0,75 - 0,8. Для определения возможных границ колебания плодовитости ракообразных, обычно наблюдаемых в естественных условиях, при расчетах целесообразно использовать указанные крайние значения коэффициента k , а не его среднюю величину. Наиболее сложным при этом является правильное установление W_0 . В том случае, когда известна, например, плодовитость для какой-нибудь одной размерной группы животных, предварительно можно рассчитать вес новорожденной молоди или яиц и принять его за средний для всего размерного диапазона яйценосных самок данного вида. Это допущение подтверждается тем, что при значительных изменениях веса самок (в 10 и более раз) различия в весе яиц или развивающейся молоди у них не превышает 1,5 раза. Согласно уравнению (11a), путем соответствующих преобразований получаем, что исходный вес равен:

$$W_0 = \frac{1}{\left(\frac{E}{W_0^k}\right)^{\frac{1}{k}}} \quad (14)$$

Таблица 3

Индивидуальная плодовитость некоторых ракообразных

Вид	Сырой вес, мг		к	Плодовитость				Автор
	яиц или молоди (W_0)	самок (W_f)		$m = \frac{1}{W_0}$	получен- ная эмпи- рически (E_T)	расчет- ная (E)		
I	2	3	4	5	6	7	8	
<u>Entomostraca</u>								
<i>Varannia pulex</i>	0,0304	0,25 0,64	0,88	19,60	7 19	6 17	Richman, 1958	
<i>Acartia clausi</i>	0,0006	0,031	0,81	378,0	20	23	Петипа, 1966 (гр.2,4,6) Сажина, 1968 (гр.6)	
<i>Calanus finmarchicus</i>	0,01	1,20	0,8	39,8	40	46	Marshall, 0 гр 1955, (гр.2,3,6); Со- повер, 1960 (гр. 3, 4)	
<i>Centropages kroeyeri</i>	0,0007	0,05	0,77	25,80	23	26	Чаянова, 1950; Сажина, 1968	
<i>Artemia salina</i>	0,025	5,0 3,7	0,7	13,2	50 30	45 36	Хмелева, 1968	
<u>Malacostraca</u>								
<i>Idotea baltica basteri</i>	0,13	9,7 18,6 31,6 49,4	0,82	5,25	33 56 88 120	34 58 90 128	Собственные данные	

Отсюда, зная W_0 и коэффициент K , можно найти зависимость плодовитости от веса самок для всего их размерного диапазона. Естественно ожидать, что полученная зависимость может быть иной у ракообразных с сильно различающейся экологией, способом размножения или другим соотношением между энергетическим обменом самок и развивающейся молоди. В последнем случае так же возможно рассчитать уравнения, связывающие плодовитость и вес самок у изучаемого вида ракообразных, о чем будет сообщено в другой работе.

Как показали наблюдения, индивидуальная плодовитость *I. baltica basteri* мало зависит от температуры воды, при которой происходит развитие молоди. Число молоди в помете у одноразмерных самок зимней и летней популяции находится в одних пределах, и в результате средние значения плодовитости у них оказываются сходными. Об этом свидетельствует рис. 4, где показаны средние величины плодовитости самок независимо от времени года, в которое они были собраны. Все точки хорошо укладываются на одной прямой и отражают зависимость числа молоди в помете от величины тела. К подобному заключению приводят и уравнения (I0), (II) т.е. когда расчет плодовитости производится по соотношению между потреблением кислорода самками и личинками или между их весом. Если уравнение (I0) справедливо, то разовое число выметываемых личинок у одноразмерных особей, очевидно, должно мало зависеть от температуры воды, при которой они образовывались. При изменении температуры скорость потребления кислорода самками и их личинками изменяется, согласно "кривой Крюга" (Винберг, 1956), на одинаковую величину и, таким образом, соотношение дыхания у них сохраняется прежним. Согласно уравнению (II), плодовитость зависит только от соотношения веса самки и исходного веса. Температурный фактор в данном случае должен оказывать существенное влияние на скорость роста, сроки наступления половозрелости, продолжительность инкубационного периода и тем самым за равные периоды при разных температурах менять только суммарную величину плодовитости. При низких температурах следует ожидать, что за определенный промежуток времени суммарная плодовитость особи будет значительно более низкой, чем за то же время при высоких температурах, но не за счет изменения числа молоди в одном помете, а за счет разницы в количестве пометов.

Литературные данные относительно влияния температурного фактора на плодовитость противоречивы. Ряд авторов (Зеликман, 1944; Jensen, 1958, и др.) утверждают, что на индивидуальную плодовитость ракообразных сильно влияет температура воды, другие (Кудилина, 1950; Константинова, 1961; Грезе, 1967) придерживаются противоположного мнения. Выводы, сделанные первой группой авторов, при более детальном анализе не подтверждаются, и на самом деле оказывается, что одноразмерные самки, независимо от температуры, имеют в выводковой сумке примерно одинаковое число яиц или личинок. Наиболее показательна в этом отношении работа А.Зеликман (1944), которая специально посвящена изучению плодовитости *Cyclops serrulatus* в зависимости от температуры. Автор приходит к заключению, что "численность помета подвержена значительным колебаниям от ряда условий и от температуры окружающей среды". В табл. 4 приведены исходные данные, на основании которых автором был сделан подобный вывод. Действительно, индекс Q/T , введенный А.Зеликман, с увеличением температуры закономерно повышается. Однако данный индекс может характеризовать только скорость размножения, показывая, что суммарная плодовитость за время равное T должна увеличиваться с повышением температуры, о чем было сказано выше. При расчете же численности науплий в помете (табл. 4) оказывается, что индивидуальная плодовитость самок циклопа в диапазоне температур 13 - 23°C практически не меняется.

Т а б л и ц а 4
Зависимость плодовитости *Cyclops serrulatus*
от температуры

Температура, °C	Число кладок	Общее количество подсчитанных яиц	Количество яиц на 1 самку в день (Q/T)	Среднее число яиц в одной кладке
13	28	1270	11,2	45
15	48	2012	12,8	42
17	38	1489	15,6	40
20	60	2248	17,9	37
23	36	1456	23,1	40

Таким образом, на основании изложенного материала по плодовитости *I. baltica basteri* можно сделать следующие выводы:

1. Установлена связь между длиной тела (L) и плодовитостью самок (E, W_E), которая представляется параболическим уравнением:

$$E = 0,273 L^{2,32}, \quad (1)$$

где E - количество яиц в марсупиуме или молоди в помете. Если вместо количества взять вес яиц или молоди, то плодовитость (W_E) может быть выражена следующим образом:

$$W_E = 0,0116 L^{2,772}. \quad (2)$$

2. Относительная плодовитость икотей мало изменяется с увеличением размера самок и составляет в среднем 36,6% веса тела, тогда:

$$W_E = 0,366 W_p. \quad (3)$$

3. Зависимость плодовитости от веса самок (W_p) подчинена параболическому уравнению с показателем степени при W меньше единицы:

$$E = 5,652 W_p^{0,79}. \quad (4)$$

4. Влияние температуры на численность яиц в одной кладке или молоди в помете у *I. baltica basteri* незначительно, т.е. плодовитость одноразмерных самок на протяжении года практически постоянна.

5. При дифференцированной оценке энергетического обмена самки и личинок, заключенных в марсупиуме, обнаружено, что обе эти величины находятся в равном соотношении. В результате оказалось возможным рассчитать плодовитость по весу молоди (W_0) и коэффициенту k , взятому из уравнения дыхания ($Q = a W^k$):

$$E = \left(\frac{1}{W_0} \right)^k \cdot W_p^k.$$

В числовом выражении указанное равенство для *I. baltica basteri* равно:

$$E = 5,248 W_p^{0,85}.$$

Данная зависимость совпадает с зависимостью, полученной эмпирически на основании непосредственного подсчета числа яиц и молоди в помете. Соответствующие расчеты для ряда других ракообразных подтвердили возможность применения такого метода определения индивидуальной плодовитости. Это свидетельствует о

том, что оба физиологических процесса - дыхание и размножение - тесно связаны друг с другом, являются функцией веса и изменяются с возрастанием последнего одинаковым образом.

Л и т е р а т у р а

Б о к о в а Е.Н. Питание *Idothea baltica* (Pall.) (Isopoda) в Черном море. - В кн.: Тр. Карадагск. биол. ст., 12, 1952.

В и н б е р г Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Изд-во БГУ, Минск, 1956.

В и н о г р а д о в а З.А. О плодовитости травяного краба *Carcinides (Carcinus) maenas* L. в Черном море. - В кн.: Тр. Карадаг. биол. ст., 9, 1950.

В и н о г р а д о в а З.А. Материалы о плодовитости десятиногих раков (Decapoda) Черного моря. - В кн.: Тр. Карадагск. биол. ст., 11, 1951.

Г а е в с к а я Н.С. Питание и пищевые связи животных, обитающих среди донной растительности и в береговых выбросах Черного моря. Сообщение IV. Питание *Idothea baltica* (Pall.) (Isopoda). - Зоол. журн., 37, 11, 1958.

Г о д з и к е в и ч В.И. К биологии *Idothea tricuspidata*. - Изв. Акад. наук, сер. У, 24, 1906.

Г р е з е И.И. Биология бокоплава *Gammarus locusta* L. в Черном море. - В кн.: Донные биоценозы и биология бентосных организмов Черного моря. - Биология моря, 15, 1967.

Г у д к о в а Н.С. Соотношение между длиной и весом некоторых высших ракообразных. - Науч. докл. высш. школы, 4, 1963.

Ж е л т е н к о в а М.В. Некоторые данные о размножении и росте *Idothea baltica* (Pall.) (Isopoda) в Черном море. - В кн.: Тр. Карадагск. биол. ст., 11, 1951.

З е л и к м а н А. Плодовитость *Cyclops serrulatus* Fischer и ее зависимость от температуры. - Зоол. журн., 23, 6, 1944.

И в л е в В.С., С у щ е н я Л.М. Интенсивность водного и атмосферного дыхания некоторых морских ракообразных. - Зоол. журн., 15, 9, 1961.

И в л е в В.С. Расход энергии при движении креветок. - Зоол. журн. 17, 10, 1963.

К а ш м и л о в М.М. Определение веса *Calanus finmarchicus* G u n n e r на основании измерения длины тела. - ДАН СССР, нов. серия, 76, 6, 1951.

К о н с т а н т и н о в а Н.С. О темпе роста ветвистых рачков и определении их продукции. - Вопр. ихтиологии, 1, 2 (19), 1961.

К у д и л и н а Е.И. Влияние температуры на размножение, развитие и плодовитость *Calanipeda aquae=dulcis* K ü t s c h . - В кн.: Тр. Каспийск. бассейна, филиал ВНИРО, 11, 1950.

Л я х о в С.М. Материалы по биологии черноморского мраморного краба *Pachygrapsus marmoratus* (F a b r) . - В кн. Тр. Карадагск. биол. ст., 11, 1951.

П е т и п а Т.С. Соотношение между приростом, энергетическим обменом и рационами у *Acartia clausi* G i e s b r. -

В кн.: Физиология морских животных. "Наука", М., 1966.

П е т и п а Т.С. Поглощение кислорода и пищевые потребности у веслоногих рачков *Acartia clausi* G i e s b r. и *A. latisetosa* K r i t e z - Зоол. журн., 10, 3, 1966.

С а ж и н и Л.И. Об индивидуальной плодовитости и продолжительности развития некоторых массовых пелагических *Copepoda* Черного моря. - Гидробиол. журн., 2, 1968.

С у ш е н я Л.М. Изучение питания каменного краба *Erip-hia spinifrons* из Черного моря. - Отчет ИнБЮМ АН УССР, Севастополь, 1967.

Х м е л е в а Н.Н. Затраты энергии на дыхание, рост и размножение у *Artemia salina* . - В кн.: Физиологические основы экологии водных животных. "Наукова думка", К., 1969.

Ш а р о н о в И.В. Фауна скал и каменистых россыпей в Черном море у Карадага. - В кн.: Тр. Карадагск.биол.ст., 12, 1952.

Ч а я н о в а Л.А. Размножение и развитие пелагических *Copepoda* Черного моря. - В кн.: Тр.Карадагск. биол. ст., 10, 1950.

Щ е р б а к о в А.П. Соотношение размеров и веса у пресноводных планктонных рачков. - ДАН СССР, 84, 1, 1952.

Conover R. The feeding behavior and Respiration of some marine planktonic Crustacea. - Biol. Bull., 19, 3, 1960.

Kjennrud J. - Ecological observations on *Idothea neglecta* G.O. Sars. - Universitet in Bergen Arbok, 1950. Bergen, 1952.

Marschall S., Orr A. On the biology of *Calanus finmarchicus* (Gunn) III. Food uptake assimilation and excretion in adult and stage V. *Calanus*. - J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 34, 3, 1955.

Naylor E. The Life Cycle of the Isopod *Idotea emarginata* (Fabricius). - J. Anim. Ecol., 24, 2, London, 1955.

Richman S. The Transformation of Energy by *Daphnia pulex*. - Ecolog. Monogr., 28, 1958.

Schütz L. Die Beziehung zwischen Ei-, Embryonen- und Körpergröße der einiger Peracarida aus dem Nord-Ostsee-Kanal (Mesonalinikum). - Zool. Anz., 171, 5-8, 1963.

Jensen J.P. The Relation between Body Size and the Number of Eggs in Marine Malacostraces. - Meddel. Danmarks Fis., 11, 19, 1958.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА В БАКТЕРИОПЛАНКТОНЕ

В.Е.Заика, Н.П.Макарова

В последние годы гидробиологи почти достигли единства взглядов на сущность продукционного процесса у бактерий, и такое понятие как "продукция бактерий" определяется теперь однозначно. Это создало условия для разработки более точных схем расчета продукционных характеристик применительно к водным бактериям (Гак, 1967; Заика, 1967).

Основные трудности при изучении продуктивности естественных популяций бактерий в настоящее время заключаются в отсутствии надежных методов получения исходных данных, необходимых для продукционных расчетов. Изучение же продукции бактерий разнотипными методами неизбежно повлечет за собой видоизменение основной схемы расчета продукции в связи с характером конкретных величин, полученных исследователем. В этих