

Н. Н. ХМЕЛЕВА

ИНТЕНСИВНОСТЬ ГЕНЕРАТИВНОГО РОСТА У РАКООБРАЗНЫХ

(Представлено академиком Е. М. Крессом 9 III 1972)

Количественная оценка скорости роста животных и образования продукции непосредственно связана с изучением различных сторон пластического обмена. У ракообразных последний складывается из прироста собственно массы тела (соматический рост), периодически сбрасываемых в процессе линьки внешних покровов (экзувальный рост), и продуцируемых в период размножения половых продуктов (генеративный рост) (1-3). Характеристика всех этих элементов пластического обмена представляет интерес как при изучении индивидуального роста особи, так и при анализе продукции популяции. Не менее важным представляется выделение связи отдельных составляющих пластического обмена с другими физиологическими процессами. Например, уже показана возможность построения кривых соматического роста ракообразных по интенсивности их дыхания (4), что имеет несомненное практическое значение.

Задачей настоящей работы была оценка интенсивности генеративного роста ракообразных и ее взаимосвязи с энергетическим обменом. Литературные сведения в этом отношении найти не удалось. Под генеративным ростом, в отличие от соматического, мы понимаем увеличение веса особи за счет продуцируемых яиц. Основным исходным материалом являются данные по плодовитости животных, общему весу яиц и продолжительности их образования до момента вымета, полученные нами для ряда видов ракообразных из различных географических зон. Во всех случаях определили зависимость плодовитости от длины и веса тела самок. Следует отметить, что эта связь хорошо выражена и может быть описана математически только в пределах таксона низкого ранга, т. е. вида или рода. В пределах всего класса ракообразных или даже отряда обобщить данные по плодовитости не удастся из-за больших колебаний этих величин. Достаточно, например, сказать, что яйцекладка у рачка *Leptestheria raffinis* весом 23 мг и у черноморской креветки *Palaemon adspersus*, вес которой в 130 раз больше, состоит из 2 тыс. яиц, а глубоководная креветка *Humenodera frontalis* весом 800 мг откладывает за один помёт всего 40 яиц. Сопоставление величин яйцекладок ракообразных в весовых или энергетических единицах также не привело к желаемому результату. Очевидно, следует искать иной способ обобщения соответствующих данных. В связи с этим мы попытались определить количество вещества или энергии, которое используется на образование яиц в расчете на единицу веса самки за единицу времени, т. е. интенсивность генеративного роста (P'_g):

$$P'_g = P_g / W_{\varphi} D'_{ov} \text{ ккал} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{сутки}^{-1}, \quad (1)$$

где P_g — количество энергии, заключенное в одной яйцекладке, в ккал · экз⁻¹; W_{φ} — сырой вес самки в граммах; D'_{ov} — продолжительность образования яиц в сутках.

В табл. 1 для ряда видов ракообразных приведены эмпирические данные, необходимые для расчета величин P'_g . Значения D'_{ov} первоначально были определены при температуре, характерной для периода размноже-

Исходные данные для расчета интенсивности генеративного роста у ряда ракообразных

№. № п. л.	Вид	Сырой вес, г		Отношение между сырым и сухим весом яиц в момент вымета	Калорийность яиц в момент вымета, ккал·г ⁻¹ сухого вещества	Число яиц в кладке	Продолжительность образования яиц в сутках при 20°	
		самки	яйца				получено эмпирически	рассчитано по уравнению (3) *
Copepoda								
1	<i>Acartia clausi</i>	0,31·10 ⁻³	0,60·10 ⁻⁶	2,8	5,9	22	2—3	3,2
2	<i>Centropages kröyeri</i>	0,05·10 ⁻³	0,70·10 ⁻⁶	2,9	6,0	23	2—3	3,5
Phyllopoda								
3	<i>Artemia selina</i>	0,37·10 ⁻³	0,25·10 ⁻⁴	2,5	5,9	33	8—9	7,0
4	<i>Leptestheria raffinis</i>	0,023	0,18·10 ⁻⁵	2,5	5,9	1890	7—8	5,0
Isopoda								
5	<i>Idotes baltica basteri</i>	0,001	—	—	—	33	—	—
		0,036	0,13·10 ⁻³	2,5	6,0	56	14—16	17—18
6	<i>I. ochotensis</i>	0,050	—	—	—	120	—	—
		0,126	0,25·10 ⁻³	2,3	5,8	138	20—22	19—22
7	<i>I. aleutica</i>	0,288	—	—	—	290	—	—
		1,000	1,11·10 ⁻³	2,3	5,9	190	27—30	25,0
8	<i>Mesidotea entomon</i>	1,420	1,10·10 ⁻³	2,4	6,6	310	35—40	32,0
Amphipoda								
9	<i>Gammarus locusta</i>	0,0185	0,70·10 ⁻³	2,5	6,0	65	11—13	14—15
		0,0360	—	—	—	110	—	—
10	<i>Gammaracantus loricatus v. lacustris</i>	0,330	0,40·10 ⁻³	2,6	6,0	160	27	23,5
Decapoda								
11	<i>Palaemon elegans</i>	0,775	0,136·10 ⁻³	2,6	6,2	1025	18	15,6
12	<i>P. adspersus</i>	2,900	0,120·10 ⁻³	1,9	5,9	2000	16—20	23,0
13	<i>Crangon crangon</i>	2,540	0,125·10 ⁻³	2,2	6,1	2820	16—20	16,0
14	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	2,090	0,020·10 ⁻³	2,3	6,3	7950	17—20	18—21
		9,500	—	—	—	25120	—	—
15	<i>Carcinus mediterraneus</i>	31,600	0,030·10 ⁻³	2,4	6,0	60000	24—31	27,0
16	<i>Eriphia spinifrons</i>	120,000	0,025·10 ⁻³	2,6	6,3	167000	27	19,5

* Величины дыхания, необходимые для расчета продолжительности образования яиц по уравнению (3), получены из уравнений энергетического обмена для соответствующей группы ракообразных (3, 7) или найдены эмпирически.

ния животных, и в дальнейшем с помощью «кривой Крюга» (5) приведены к 20°.

На рис. 1 согласно уравнению (1) рассчитаны и отложены величины интенсивности генеративного роста ракообразных в зависимости от их веса. Можно видеть, что с увеличением веса животных интенсивность генеративного роста закономерно снижается. В результате математической обработки получено уравнение, связывающее интенсивность генеративного роста и вес самок при температуре 20°:

$$P'_g = 0,015 W_{\varphi}^{-0,274} \text{ ккал} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{сутки}^{-1}. \quad (1a)$$

В пределах изученного размерного ряда животных от 0,03·10⁻³ г до 120 г сырого веса величина P'_g изменяется от 0,8 до 0,006 ккал·г⁻¹·сутки⁻¹.

Уравнение (1а) следует рассматривать как предварительное, поскольку исследованиями охвачено всего 16 видов животных. Тем не менее, в общей форме оно оказалось аналогичным зависимости, описывающей интенсивность дыхания (^{6, 7}) и питания ракообразных (³). Характерно также, что величины степенных коэффициентов во всех трех случаях имеют близкие значения: $-0,274$, $-0,241$ и $-0,200$.

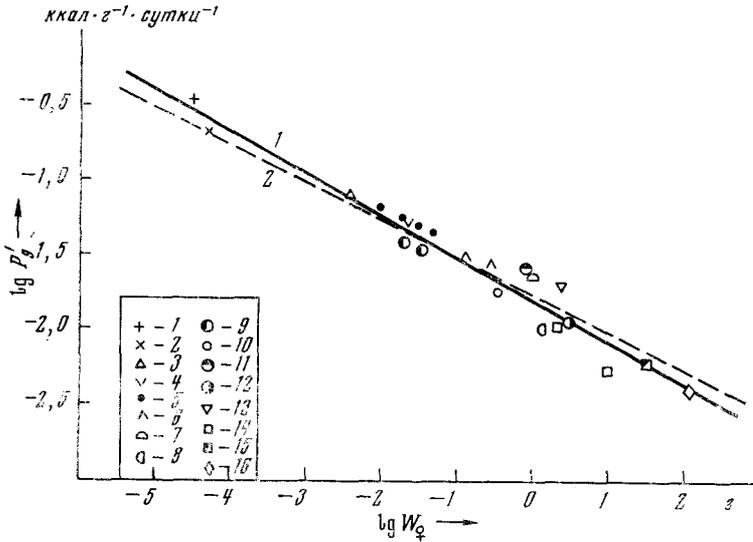


Рис. 1. Зависимость интенсивности генеративного роста от веса ракообразных. Изменение интенсивности генеративного роста (1) и дыхания (2) с увеличением веса животных. Номер условного обозначения вида соответствует порядковому номеру в табл. 1

При сопоставлении количества энергии, заключенной в отложенных яйцах (P_g), с энергией дыхания ($Q_2 D_{ov}'$) за период образования яиц было обнаружено, что сравниваемые величины примерно равны:

$$P_g = Q_2 D_{ov}' \text{ ккал} \cdot \text{экз}^{-1}, \quad (2)$$

где Q_2 — дыхание самки ($\text{ккал} \cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{сутки}^{-1}$).

Следствием пайдепной связи (уравнение (2)) может быть определение продолжительности образования яиц (D_{ov}') по величине кладки (P_g) и дыханию животных (Q_2):

$$D_{ov}' = P_g / Q_2 \text{ сут.} \quad (3)$$

Обычно нахождение величины D_{ov}' сопряжено со значительными трудностями, связанными с длительным содержанием животных в лаборатории или наблюдениями в природе. Предлагаемый способ определения D_{ov}' намного облегчает задачу. О справедливости соотношения (3) свидетельствуют табл. 1, где для одного и того же вида ракообразных приведены эмпирические и расчетные величины D_{ov}' .

Подставляя значения P_g согласно (2) в уравнение (1), получаем

$$P_g' = \frac{Q_2 D_{ov}'}{W_\delta D_{ov}'} = \frac{Q_2}{W_\delta} \text{ или } P_g' = Q_2'. \quad (4)$$

где $Q_2' = Q_2 / W_\delta$ $\text{ккал} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{сутки}^{-1}$.

Это означает, что в период размножения интенсивность генеративного роста (P_g') сходна с интенсивностью энергетического обмена (Q_2'), и оба этих физиологических процесса занимают одинаковое место в общем энергетическом балансе животных. На рис. 1 нанесена прямая, отражающая

интенсивность дыхания ракообразных, которая рассчитана по уравнению обмена, выведенному для всего класса ракообразных (¹), и выражена в единицах энергии. Из рисунка видно, что обе прямые довольно близко расположены друг к другу, что прежде всего подтверждает справедливость уравнений (2) и (4).

Таким образом, результаты исследований показали, что интенсивность генеративного роста у ракообразных, подобно дыханию, является функцией веса тела животных и с возрастанием последнего изменяется в той же степени. Оба физиологических процесса — образование яиц и дыхание — тесно взаимосвязаны. Исходя из одинакового хода прямых, отражающих эти процессы, и близкого их расположения (рис. 1), очевидно, можно предположить, что возможности генеративного роста у ракообразных различного веса ограничиваются уровнем энергетического обмена, свойственного соответствующей размерной группе животных.

Приведенные данные и полученные зависимости могут служить первичной основой для дальнейшего более углубленного изучения интенсивности генеративного роста ракообразных и его связи с энергетическим обменом. Количественные показатели такого рода имеют важное значение в практике гидробиологических исследований, особенно при определении продукции животных, а также при анализе энергетических превращений на организменном и популяционном уровнях.

Отдел зоологии и паразитологии
Академии наук БССР
Минск

Поступило
29 XII 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Н. Хмелева, ДАН, 175, № 4 (1967). ² Н. Н. Хмелева, Сборн. Биология моря, в. 15, Физиол. основы экологии водных животных, Киев, 1968, стр. 83. ³ Н. Н. Хмелева, Биология и энергетический баланс *Idotea baltica basteri* (Aud.) из Черного моря, Кандидатская диссертация, М., 1971. ⁴ Г. Г. Винберг, Сборн. Биология моря, в. 15, Физиол. основы экологии водных животных, Киев, 1968, стр. 5. ⁵ Г. Г. Винберг, Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб, Минск, 1956. ⁶ Г. Г. Винберг, Журн. общ. биол., 11, 5 (1950). ⁷ Л. М. Сущенко, Количественные закономерности метаболизма и трансформация вещества и энергии ракообразных, Докторская диссертация, М., 1969. ⁸ Л. М. Сущенко, Н. Н. Хмелева, ДАН, 176, № 6 (1967).