

ПРОВ 2010

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

БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

ВЫПУСК 37

ПРОДУКЦИЯ И МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
У МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ

Институт биологии
южных морей АН УССР

БИБЛИОТЕКА

№ 12

КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1976

Соотношение между частью вещества, содержащегося в выметанных половых продуктах, и частью, идущей на увеличение массы наличных особей популяции, можно рассматривать как один из показателей, характеризующий уровень плодovitости популяции. Такой показатель можно использовать для оценки устойчивости популяции и ее роли в экосистеме: чем большая доля пластического вещества, образовавшегося в популяции, идет на увеличение ее численности, тем устойчивее эта популяция в системе трофических связей в экосистеме. Чем меньшая часть пластического вещества переходит в связанные с ней узлы трофической сети, тем меньше ее продуктивность для других энергетических уровней.

ЛИТЕРАТУРА

- Галаджиев М. А. Сравнительный состав, распределение и количественные соотношения зоопланктона Каркинитского залива и открытого моря в районе южного берега Крыма.— Тр. Севастопольской биол. станции АН СССР, т. VI, 1949.
- Долгопольская М. А. Зоопланктон Черного моря в районе Карадага.— Тр. Карадагской биол. станции, вып. 6, 1940.
- Заика В. Е. Удельная продукция водных беспозвоночных. К., «Наукова думка», 1972.
- Ивлев В. С. Метод оценки популяционной плодovitости рыб.— Тр. Латвийского отделения ВНИРО, вып. 1, 1953.
- Лапин Ю. Е., Юровицкий Ю. Г. О внутривидовых закономерностях созревания и динамики плодovitости рыб.— Журн. общей биологии, 1959, т. 20, вып. 6.
- Мантейфель Б. П. Планктон и сельдь в Баренцовом море.— Тр. ПИНРО, т. VII, 1941.
- Миронов Г. Н. О числе генераций и индивидуальной плодovitости черноморской сагитты.— В кн.: Биология моря, вып. 28. К., «Наукова думка», 1973а.
- Миронов Г. Н. О максимальной длине и коэффициенте P/B у черноморской сагитты.— В кн.: Биология моря, вып. 28, К., «Наукова думка», 1973б.
- Никольский Г. В. О формах приспособлений с саморегуляцией численности популяций рыб.— Журн. общей биологии, 1960, т. 21, вып. 4.
- Никольский Г. В. О некоторых закономерностях воздействия рыболовства на структуру популяций и свойства особей облавливаемого стада промысловой рыбы.— Тр. Совещания по динамике численности рыб. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Никольский Г. В. Экология рыб. М., «Высшая школа», 1963.
- Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб. М., «Наука», 1965.
- Северцов С. А. Динамика населения и приспособительная эволюция животных. М., Изд-во АН СССР, 1941.
- Dallot S. La reproduction du Chaetognethe planctonique Sagitta setosa Muller, en ete, dans la rade de Villefranche.— C. R. Acad. Sci. Paris, 1967, 246, ser. D.
- Furnestin M.-L. Complements a l'etude de Sagitta euxina variete de Sagitta setosa.— Rapp. et proc.-verb. reun. Commis. internat. explor. Mer. mediterr., v. 16, N 2, 1961.
- Reeve M. R. The biology of Chaetognatha. I. Quantitative aspects of growth and eggs production in Sagitta hispida, Symposium on marine food chains. University of Aarhus. Denmark, 23—26 July, 1968.

Институт биологии южных морей
АН УССР, Севастополь

Поступила в редколлегию
10.I 1975 г.

Г. И. Аболмасова

ПИТАНИЕ И ЭЛЕМЕНТЫ БАЛАНСА ЭНЕРГИИ У GAMMARUS OLIVII M.-EDW. ИЗ ЧЕРНОГО МОРЯ

Ракообразные играют исключительно важную роль в функционировании водных экологических систем. От степени количественного развития этих животных в значительной мере зависит эффективность трансформации вещества и энергии между автотрофными уровнями продукционного процесса.

В последние годы проведены исследования, посвященные изучению всех элементов балансового равенства на примере отдельных видов ракообразных (Richman, 1958; Сушения, 1962, 1968; Ивлева, 1964; Виленкин, 1966; Lasker, 1966; Петипа, 1966; Хмелева, 1967, 1971).

Следует, однако, отметить, что при выполнении таких исследований практически редко возможно всесторонне выяснить сложные взаимосвязи каждого из элементов с множеством факторов окружающей среды и особенностями и самих животных. Наиболее полно изучена интенсивность обмена ракообразных. Имеются многочисленные данные о связи интенсивности обмена с массой тела животных, температурой среды и другими условиями, которые были обобщены Л. М. Сушеной (1972). В то же время, такие параметры как интенсивность питания, роста и усвояемость пищи изучены в значительно меньшей степени. В связи с этим представляет несомненный интерес выяснение количественных закономерностей потребления пищи, определение величины рациона, усвояемости. Особый интерес представляет изучение этих параметров при разных температурах среды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования служил массовый вид амфипод Черного моря *Gammarus olivii* при трех температурах — 5, 10 и 20° С.

Известно, что этот вид локализуется в зоне уреза воды до 2—3 м, собираясь на нижней поверхности камней и тем гуще, чем ближе к линии уреза воды. Животных отлавливали в бухте Омега близ Севастополя с декабря 1971 г. по апрель 1972 и июнь — июль 1972 г. Животных доставляли в лабораторию, где содержали индивидуально в стеклянных бюксах в камерах политермостата при температуре 5, 10 и 20° С. Температура строго контролировалась и колебания ее не превышали $\pm 1^\circ$.

Использовали стандартный корм, водоросль цистозиру, которая является удобным субстратом и источником пищи для рачков (Грезе, 1973). Корм предварительно взвешивали и давали животным в избытке раз в сутки. Кормление проводили в одно и то же время в течение дня, оставляя пищу в сосудах на 5—6 ч. Остатки корма после опыта извлекали из сосудов и массу их вычитали из массы предложенной порции. Одновременно, а также в промежутках между кормлениями тщательно собирали фекалии, которые затем доводили до постоянной сухой массы и сжигали для учета энергии неусвоенной пищи. Калорийность определяли бихроматным методом (Остапеня, Сергеев, 1963, 1968). Опыты длились около месяца. Всего за время работы исследовано 169 животных массой 0,18—14,0 мг. Используя данные по плодовитости, мы рассчитали затраты энергии на пластический обмен за счет продукции яиц *G. olivii* при 5° С. Известно (Грезе, 1972), что время, за которое происходит развитие яиц при этой температуре, равно приблизительно 25 суткам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

Математическая обработка данных показала, что величина рациона подобно скорости дыхания животных, находится в степенной зависимости от массы тела и может быть выражена степенным уравнением типа

$$C = gW^m.$$

где C — суточный рацион в мг сырой массы на экз.;

W — масса животного в мг;

g — константа, определяющая уровень потребления пищи при данных условиях в единицу времени, когда $W = 1$;

m — коэффициент, определяющий скорость изменения величины рациона при возрастании массы животных:

$$5^\circ - C = 0,238W^{0,45}$$

$$10^\circ - C = 0,323W^{0,42}$$

$$20^\circ - C = 0,501W^{0,48}.$$

Усвояемость пищи *G. olivii* при трех температурах оказалась очень близкой и в среднем составила 65%.

В табл. 1 приведены величины среднесуточных рационов, выраженных в весовых и энергетических единицах для средней массы при трех исследуемых температурах. Как видно из табл. 1, с увеличением массы животных величина среднесуточного рациона закономерно возрастает, а процент усвоенной пищи к массе тела снижается.

Таблица 1

Зависимость рациона от массы тела и основные показатели суточного баланса энергии у *Gammarus olivii*

Т. °С	Масса, мг	Количество потребленной пищи, ккал*	Количество усвоенной пищи		Расход энергии на дыхание, ккал	Энергия идущая на прирост, ккал	K ₁	K ₂
			ккал	% массы тела				
5	0,13	0,092	0,059	70,8	0,003	0,036	39,1	61,0
	0,50	0,172	0,119	34,4	0,010	0,061	35,5	51,3
	1,75	0,303	0,232	17,3	0,027	0,099	32,7	50,2
	3,50	0,415	0,269	11,8	0,044	0,129	31,1	47,9
	7,20	0,573	0,372	7,9	0,068	0,148	25,8	39,8
	10,20	0,670	0,436	6,6	0,105	0,133	19,8	30,5
							Среднее	46,7
10	0,13	0,129	0,084	99,2	0,007	0,045	34,9	53,6
	0,50	0,236	0,153	47,2	0,017	0,079	33,5	51,6
	1,75	0,408	0,265	23,3	0,044	0,126	30,9	47,5
	3,50	0,553	0,332	15,8	0,071	0,149	26,9	44,9
	7,20	0,760	0,494	10,5	0,122	0,173	22,8	35,0
	10,20	0,887	0,576	8,7	0,155	0,158	17,8	27,4
							Среднее	43,3
20	0,13	0,186	0,120	143,1	0,017	0,048	25,8	40,1
	0,50	0,355	0,231	71,0	0,044	0,090	25,3	38,9
	1,75	0,649	0,422	37,1	0,101	0,154	23,7	36,5
	3,50	0,906	0,589	25,9	0,159	0,205	22,6	34,8
	7,20	1,280	0,832	17,8	0,253	0,230	18,0	27,6
	10,20	1,514	0,984	14,8	0,321	0,211	13,9	21,4
							Среднее:	33,2

* Калорийность 1 г сырой массы цистозирры составляет 0,99 ккал.

Для последующих энергетических расчетов были использованы величины среднесуточных рационов, калорийность пищи и экскрементов, усвояемость пищи и данные по дыханию рачков. Калорийность пищи и фекалий была определена непосредственно, а перевод потребленного рачками кислорода в калории производили с помощью соответствующего коэффициента. Известно, что 1 мг O₂ соответствует 3,38 ккал, а 1 мл O₂—4,86 ккал.

Приведем простейшее равенство, отражающее баланс энергии у животных:

$$C = R + P + H,$$

где *C* — рацион, или общее количество потребленной пищи; *R* — энергия дыхания; *P* — энергия прироста или пластического обмена; *H* — неусвоенная часть энергии пищи (экскременты).

Все величины выражаются в калориях. Эти данные были использованы для составления балансовой табл. 1. Особенности в распределении энергии ассимилированной пищи в условиях разных температур отражены также величинами энергетических коэффициентов роста, показывающих степень использования на рост потребленной (*K*₁) и усвоенной (*K*₂) части

(Ивлев, Ивлева, 1948). Как видно из табл. 1, в интервале температур 5—20°С отношение в тратах энергии на пластический и энергетический окислительный метаболизмы не оставалось постоянным. В условиях низких температур на процессы роста в среднем использовалось 46,7% при 5° и 43,3% при 10°, а при 20°—33,2%. Повышение температуры в большей степени стимулировало окислительные процессы, вследствие чего расходы на рост постепенно снижались. Следует однако заметить, что во всех случаях реальное количество ассимилированной пищи превышает рассчитанное по росту и дыханию. Источником этих расхождений может быть несколько обстоятельств. Вероятно, что некоторые отклонения могут возникнуть за счет неучтенных затрат энергии на активный обмен, потерю энергии с жидкими экскретами. Что касается самок, то одной из наиболее реальных неучтенных величин является энергия, идущая на образование яиц. Это видно из табл. 2, в которой для пяти размерных групп самок *G. olivii* при

Таблица 2

Баланс энергии у самок *G. olivii* за 25 суток при 5°С

Масса, мг	Количество потребленной пищи, кал	Количество усвоенной пищи, кал.	Расход энергии на дыхание, кал	Энергия прироста, кал	Энергия, идущая на репродукцию, кал	П соматическое + П генеративное, кал	K ₁	K ₂
0,50	4,30	2,97	0,25	1,53	0,41	1,93	44,9	65,0
1,75	7,57	5,80	0,67	2,47	0,62	3,09	40,8	53,3
3,50	10,37	6,72	1,10	3,22	1,04	4,26	41,1	63,4
7,20	14,32	9,30	1,70	3,70	1,87	5,56	38,9	59,9
10,20	16,75	10,90	2,62	3,32	2,70	6,02	35,9	55,2

5°С, кроме основных элементов баланса энергии, приведены затраты энергии на одну яйцекладку. В этом случае коэффициенты использования энергии на рост повышаются и суммарное количество энергии, расходуемой на дыхание и рост ($P_r + P_c$), приближается к величине энергии, ассимилированной с пищей. Однако недоучет остальных возможных источников расхождения, о которых говорилось выше, дает неполное, совпадение балансового равенства.

ВЫВОДЫ

Величина среднесуточного рациона у *G. olivii* при трех исследуемых температурах находится в степенной зависимости от массы тела и с повышением температуры возрастает.

Экспериментально полученная величина усвояемости пищи не зависит от температуры и составляет в среднем 65%.

Эффективность использования энергии ассимилированной пищи на рост у изученного вида характеризуется следующими величинами: 46,7% при 5°, 43,3% при 10° и 33,2% при 20°, т. е. с повышением температуры относительная величина расхода энергии на рост снижается.

ЛИТЕРАТУРА

- Виленкин Б. Я. Об элементах энергетического баланса рака-отшельника *Diogenes varians* Costa и их экологической значимости.— В кн.: Физиология морских животных. М., «Наука», 1966.
- Грезе И. И. Основные черты жизненного цикла *Gammarus olivii* в Черном море.— Зоол. журн., 1972, т. 51, № 6.
- Грезе И. И. Питание амфипод Черного моря.— В кн.: Трофология водных животных. М., «Наука», 1973.
- Ивлев В. С., Ивлева И. В. Превращение энергии при росте птиц.— Бюл. Моип., 1948, т. 53, № 4.

Ивлева И. В. Элементы энергетического баланса актиний.—Тр. Севастопольской биол. станции, т. 15, 1964.

Остапеня А. П., Сергеев А. И. Калорийность сухого вещества кормовых водных беспозвоночных.— Вопросы ихтиологии, 1964, т. 3, вып. 1 (26).

Остапеня А. П. Калорийность водных беспозвоночных животных и энергетическая оценка взвешенного органического вещества в водоемах. Автореф. канд. дис. Минск, 1968.

Петипа Т. С. Об энергетическом балансе у *Calanus helgolandicus* (Claus) в Черном море.— В кн.: Физиология морских животных. М., «Наука», 1966.

Сущенко Л. М. Количественные данные о питании и баланс энергии *Artemia salina* — ДАН СССР, 1962, т. 143, № 5.

Сущенко Л. М. Элементы энергетического баланса амфибионтного бокоплава *Orchestia bottae* M.-Edw. (Amphipoda — Talitroidea) — В кн.: Биология моря, вып. 15, К., «Наукова думка», 1968.

Сущенко Л. М. Интенсивность дыхания ракообразных. К., «Наукова думка», 1972.

Хмелева Н. Н. Трансформация энергии у *Artemia salina* (L.) — ДАН СССР, 1967, т. 175, № 4.

Хмелева Н. Н. Биология и энергетический баланс *Idotea baltica basteri* (Aud) из Черного моря. Автореф. канд. дис. Севастополь, 1971.

Richman S. The transformation of energy by *Daphnia pulex*.— Ecol. Monographs, 1958, v. 28, № 3.

Lasker R. Feeding, growth, respiration and carbon utilization of a *Euphasia* Crustacean.— J. Fish. Res. Board Canada, 1966, v. 23, № 9.

Институт биологии южных морей
АН УССР, Севастополь

Поступила в редколлегию
23.I 1975 г.

Ю. С. Белокопытин

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ НЕКОТОРЫХ РЫБ ТРОПИЧЕСКОЙ ЧАСТИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

Данная работа выполнена в 24 рейсе нис «Михаил Ломоносов» в 1970 г. Основными объектами исследования были четыре вида рыб, обитающих в Атлантическом океане: морской карась — *Diplodus sargus* (L.), спинорог — *Balistes caprisicus* (D.), морской петух семейства *Triglidae* и прилипала — *Echeneis paucivates* L. В опытах использовали рыб, выловленных в основном на крючок или сачком. Материал содержался в большом бассейне с проточной морской водой с нормальным насыщением кислорода и при регулярном кормлении рубленой рыбой. За сутки до эксперимента кормление прекращали. Опыты проведены при температурах, наблюдаемых в море, но разных для каждого вида. Масса рыб колебалась в пределах от 5 до 1115 г.

Интенсивность обмена определяли по скорости потребления кислорода общепринятым методом замкнутых сосудов. Опыты ставили на одиночных рыбах. Содержание растворенного в воде кислорода определяли методом Винклера. Скорость потребления кислорода выражали в $мл. \text{экз}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$. Полученные данные были приведены к 20° и 25° путем введения поправки по таблице, рекомендованной Г. Г. Винбергом (1956), и обработаны статистически.

Как известно, скорость энергетического обмена животных находится в степенной зависимости от массы тела и выражается уравнением

$$Q = aW^k,$$

где Q — количество потребленного кислорода в $мл. \text{экз}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$; W — масса животного в г; a — коэффициент, численно равный обмену у животного, масса которого равна 1 г; k — коэффициент степени при W , показывающий в какую сторону и с какой скоростью изменяется обмен животного с увеличением массы, т. е. угол наклона линии регрессии.

Экспериментальные данные по скорости потребления кислорода при стандартном обмене представлены в табл. 1, 2; из них видно, что количество