

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ISSN 0203-4646

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЯ

1871



ИНБЮМ

28
—
1988

ветствуют нашим данным. Показатель эффективности потребленной (K_1) и ассимилированной (K_2) пищи на рост у *Ex. volitans* в онтогенезе закономерно снижается, однако у мальков длиной 1 см он значительно ниже, чем у более крупной молодежи. Это объясняется замедленным приростом массы и более интенсивным линейным ростом на данной стадии.

1. Горелова Т. А. Питание молодежи летучих рыб сем. *Exocoetidae* и летучего полурыла *Oxuporhamphus micropterus* (Val.) // *Вопр. ихтиологии*. — 1980. — 20, вып. 4. — С. 656—669.
2. Липская Н. Я. Питание и пищевые потребности молодежи летучего полурыла *Oxuporhamphus micropterus micropterus* (Val.) (сем. *Hemirhamphidae*) // Там же. — С. 670—678.
3. Заика В. Е. Удельная продукция водных животных. — Киев: Наук. думка, 1972. — 143 с.
4. Липская Н. Я. Интенсивность обмена у молодежи некоторых видов тропических рыб // *Вопр. ихтиологии*. — 1974. — 14, вып. 6. — С. 1076—1086.
5. Garrod D. Y., Newell B. C. Ring Formation in *Tilapia esculenta* // *Nature*. — 1958. — 181, N 4620. — P. 1411—1412.
6. Okachi Y. Studies of morphological characteristics and growth of the flying fishes caught in Japan sea // *Annu. Rept. Japan Sea. Reg. Fish. Res. Lab.* — 1958. — 1, N 4. — P. 15—24.
7. Tsukahara H., Shiokawa T. Studies on the flying fishes of the Amakusa islands. Pt. 2. The life history and habits of *Parexocoetus mento* (Cuv. et Val.) // *Sci. Bull. Fac. Agric., Kyushu. Univ.* — 1957. — 16, N 2. — P. 275—286.
8. Tsukahara H., Shiokawa T., Ynao T. Studies on the flying fishes of the Amakusa islands. Pt. 3/4. The life histories and habits of three species of the genus *Cypselurus* // *Ibid.* — P. 287—295.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР,
Севастополь

Получено 11.07.86

L. P. SALEKHOVA, G. I. ABOLMASOVA,
Yu. S. BELOKOPYTIN, G. I. RUZOVA

THE GROWTH AND ENERGY METABOLISM OF EXOCOETUS VOLITANS (LINNÉ)

Summary

It is supposed that life cycle of *Exocoetus volitans* in the Atlantic Ocean is on the average less than a year and a half, the maximum age is two years. The dimensional and age composition of pubescent individuals is the same in different regions of the area. The setting of a ring on the scale and otoliths often is more often confined to the beginning of maturation of the reproductive products and apparently corresponds to one year of the life.

A high level of energy metabolism is observed. Values of the average diurnal ration are calculated. It amounts to 12,0-9,1% of body weight in adult individuals of 13,06-16,21 cm long and 66,7% in fry of less than 1 cm long.

УДК 597.556.4:577.121.7:574.56(26)

Г. И. АБОЛМАСОВА, Ю. С. БЕЛОКОПЫТИН

СКОРОСТЬ ОБЩЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА МУСТОРНИУМ NITIDULUM В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Светящиеся анчоусы рода *Mystophum* принадлежат к группе миктоэпипелагических миктофид, совершающих суточные вертикальные миграции. Питаются они в основном ночью у поверхности [4, 5]. Благодаря своей многочисленности эти рыбы, с одной стороны, играют заметную роль в выедании эпипелагического зоопланктона, с другой — сами являются одним из основных объектов питания океанических кальмаров.

Mystophum nitidulum — один из наиболее массовых видов миктофид тропической части Атлантического океана. Литературные сведения

представлены в основном данными о питании [5, 6]. Что касается исследований скорости энергетического обмена, то они отсутствуют полностью.

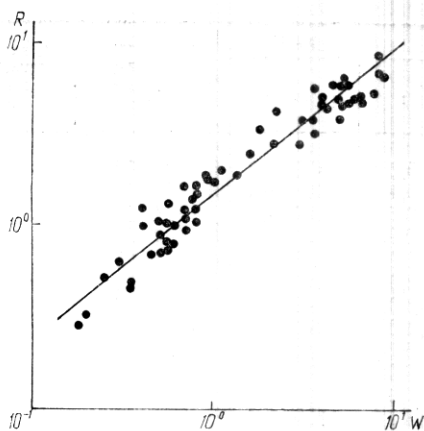
Материал и методика. Исследования начаты в 1981 г. в 10-м рейсе нис «Профессор Водяницкий» и продолжены в 18-м рейсе того же нис в 1984—1985 гг.

Эксперименты по изучению дыхания проведены при температуре воды поверхностного слоя 27—29 °С. Животных отлавливали на ночных световых станциях накидной сеткой и сачком по одному экземпляру и немедленно переносили в респирометр, что исключало возможность повреждения животных¹. Содержание растворенного в воде кислорода определяли полярографическим методом с использованием диффузионных электродов закрытого типа, изолированных мембраной. Изменение концентрации кислорода регистрировали микроамперметром, шкала которого градуировалась в относительных величинах. Специально для работы с мелкими объектами был сконструирован и изготовлен из оргстекла респирометр в форме кольцевого сосуда. Эта форма позволяла рыбе беспрепятственно плавать по кругу и исключала травмы. Объем респираторной камеры 2,7 л. В респиратор помещали по одному экземпляру. Экспозиция не превышала 30 мин. Эксперименты проводили в темноте. Сырая масса тела животных установлена после окончания опытов и составила 0,18—8,2 г. Взвешивание проводили на аптечных весах. Исследовали 58 экз.

Результаты исследований. Точки, выражающие количество потребленного кислорода, лежат вокруг рассчитанной прямой (рисунок). Уравнение прямой имеет следующий вид: $R = 1,56 \cdot W^{0,79}$. Коэффициент корреляции между величиной обмена и массой тела 0,96. Стандартное отклонение $y = 0,34$; $x = 0,40$, где $y = \lg R$; $x = \lg W$; S_a — стандартное отклонение коэффициента 0,10; S_b — стандартное отклонение показателя степени 0,03.

Следует отметить довольно высокий уровень общего обмена у миктофид. Сопоставление его с величиной, рассчитанной для всего класса рыб умеренных широт [2], где $R = 0,3 \cdot W^{0,8}$ при 20 °С, показывает, что при полном совпадении коэффициента b , характеризующего скорость изменения обмена при возрастании массы животного, величина коэффициента a различается в 5 раз. Это, во-первых, объясняется разными температурными условиями (наши исследования проведены при крайних температурах в пределах биокинетической зоны) и, во-вторых, высокой активностью плавания миктофид.

Время пребывания никтоэпипелагических миктофид в поверхностном слое не превышает 10—12 ч [6, 8]. Днем они опускаются на глубину 400—500 м [1]. В связи с тем что температура глубинных слоев отличается от приповерхностной и составляет в среднем 10 °С (27—29 °С в приповерхностном слое), потребление кислорода там должно быть замедленно. Согласно результатам, полученным И. В. Ивлевой [7], а также обобщенным данным по коэффициенту Q_{10} , показывающему изменение скорости обмена от температуры [3], мы рассчитали уравнение обмена для исследуемого вида при 10 °С, приняв Q_{10} равным 2,25. Днем миктофиды находятся в рассеянном малоподвижном состоянии и не питаются [6, 8]. В это время уровень обмена у них близок к



Зависимость скорости общего энергетического обмена (R , мл $O_2 \cdot \text{экз.}^{-1} \times \times \text{ч}^{-1}$) от массы тела (W , г)

¹ Отлов и биологический анализ миктофид проведены О. П. Овчаровым.

Масса рыбы		$R, \text{ ккал}^{-1} \times$ $\times \text{экз.}^{-1} \times$ $\times 12 \text{ ч}^{**}$ (ночь)	$R, \text{ ккал}^{-1} \times$ $\times \text{экз.}^{-1} \times$ $\times 12 \text{ ч}$ (день)	$R, \text{ ккал}^{-1} \times$ $\times \text{экз.}^{-1} \times$ $\times \text{сут}^{-1}$	$C, \text{ поддержив.}$ $\% \text{ массы тела,}$ ккал	$P, \text{ ккал}^{-1} \times$ $\times \text{экз.}^{-1} \times \text{сут}^{-1}$ по [8]
г	ккал*					
0,2	0,260	0,0276	0,0024	0,0300	14,4	0,0039
0,4	0,520	0,0441	0,0041	0,0482	11,6	0,0078
0,6	0,780	0,0608	0,0056	0,0664	10,6	0,0117
0,8	1,04	0,0763	0,0071	0,0834	10,0	0,0156
1,0	1,30	0,0911	0,0084	0,0995	9,5	0,0195
2,0	2,60	0,1575	0,0146	0,1721	8,2	0,0390
3,0	3,90	0,2168	0,0201	0,2369	7,6	0,0585
4,0	5,20	0,2722	0,0253	0,2975	7,1	0,0780
5,0	6,50	0,3247	0,0302	0,3549	6,8	0,0975
6,0	7,80	0,3750	0,0348	0,4098	6,6	0,1170
7,0	9,10	0,4236	0,0393	0,4629	6,4	0,1365
8,0	10,40	0,4707	0,0437	0,5144	6,2	0,1560
9,0	11,70	0,5165	0,0480	0,5645	6,0	0,1755

* 1 г сырой массы миктофид — 1,3 ккал.

** Оксикалорийный коэффициент — 4,86 ккал/мл O_2 .

*** Коэффициент усвояемости — 0,8.

**** По данным В. Н. Никольского и О. П. Овчарова.

основному, т. е. в 2—3 раза ниже общего. Исходя из этого уравнение основного обмена для миктофид при 10 °C имеет вид $R=0,145 \cdot W^{0,79}$.

На основании полученных данных об энергетическом обмене рассчитана величина поддерживающего (минимального) рациона (таблица). Для исследуемой массы миктофид 6,0—14,4% массы тела. Представляло интерес определение суточного рациона с учетом соматического прироста. Были использованы данные из работы [8] и кривая роста, построенная по уравнению Берталанфи, в основу которого положены средняя длина *M. nitidulum* в течение жизненного цикла. Эти данные были предоставлены В. Н. Никольским и О. П. Овчаровым.

Рацион в первом случае составляет 16,3—7,9%, во втором — 17,2—6,2% (таблица). Из модели процесса питания *M. nitidulum* в тропической части Тихого океана следует, что удельный суточный рацион составляет 13% для мальков и 3% для крупных рыб, однако последняя величина принимается самими авторами как предварительная [8]. Более низкие величины рационов, обычно для молоди, объясняются, вероятно, использованием уравнения обмена для рыб из умеренных широт при температуре 20 °C [2]. Величина суточного прироста принята постоянной и составляет 1,5% массы тела в пределах всего исследуемого диапазона. Прирост, по данным В. Н. Никольского и О. П. Овчарова, составляет 2,2—0,2% массы тела, уменьшаясь с приближением к дефинитивному размеру.

Соответственно показатель эффективности использования потребленной (K_1) и ассимилированной (K_2) пищи на рост в первом случае с увеличением массы тела возрастает, а во втором — снижается. Известно, что энергия, используемая на рост, при одинаковых температурных условиях с возрастом уменьшается. Все это свидетельствует о том, что величина прироста, по данным В. Н. Никольского и О. П. Овчарова, принятая нами в расчетах, более реальна, чем по данным В. Б. Цейтлина и Т. А. Гореловой [8].

Анализ соотношения трат энергии на пластический и энергетический метаболизм показывает, что высокие температуры обитания и естественная подвижность миктофид в темное время суток в большей степени стимулируют окислительные процессы, вследствие чего расходы на рост снижаются, и, наоборот, в дневные часы при минимальной подвижности и низкой температуре обитания траты энергии на рост возрастают.

$C, \text{ ккал}^{-1} \times \frac{\text{экз.}^{-1}}{\text{сут}^{-1}} \times$	$C, \% \text{ массы тела, ккал}$	K_1	K_2	$P, \text{ ккал}^{-1} \times \frac{\text{экз.}^{-1}}{\text{сут}^{-1}} \times$	$C, \text{ ккал}^{-1} \times \frac{\text{экз.}^{-1}}{\text{сут}^{-1}} \times$	$C, \% \text{ массы тела, ккал}$	K_1	K_2
0,0424	16,3	9,2	11,5	0,0058	0,0447	17,2	13,0	16,2
0,0700	13,5	11,1	13,9	0,0065	0,0684	13,1	9,5	11,9
0,0976	12,5	12,0	15,0	0,0073	0,0922	11,8	7,9	9,9
0,1237	11,9	12,6	15,7	0,0082	0,1145	11,9	7,2	8,9
0,1487	11,4	13,1	16,4	0,0091	0,1357	10,4	6,7	8,4
0,2639	10,1	14,8	18,5	0,0130	0,2314	8,9	5,6	7,0
0,3692	9,5	15,8	19,8	0,0156	0,3156	8,1	4,9	6,2
0,4694	9,0	16,6	20,8	0,0175	0,3937	7,6	4,4	5,5
0,5655	8,7	17,2	21,5	0,0188	0,4671	7,2	4,0	5,0
0,6585	8,4	17,8	22,2	0,0194	0,5365	6,8	3,6	4,5
0,7492	8,2	18,2	22,8	0,0195	0,6030	6,6	3,2	4,0
0,8380	8,0	18,6	23,3	0,0198	0,6677	6,4	3,0	3,7
0,9250	7,9	19,0	23,7	0,0200	0,7306	6,2	2,7	3,4

1. Беккер В. Э. Миктофвые рыбы мирового океана. — М.: Наука, 1983. — 247 с.
2. Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. — Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 1956. — 251 с.
3. Винберг Г. Г. Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии // Журн. общ. биологии. — 1983. — 44, № 1. — С. 31—42.
4. Горелова Т. А. Зоопланктонные организмы из желудков молоди светящихся анчоусов сем. *Myctophidae* // Океанология. — 1974. — 14, вып. 4. — С. 713—718.
5. Горелова Т. А. О питании рыб сем. *Myctophidae* // Вopr. ихтиологии. — 1975. — 15, вып. 2. — С. 233—244.
6. Горелова Т. А. Некоторые особенности питания молоди никтоэпипелагических и мезопелагических светящихся анчоусов (*Pisces*, *Myctophidae*) // Океанология. — 1977. — 17, вып. 2. — С. 342—346.
7. Ивлева И. В. Температура среды и скорость энергетического обмена у водных животных. — Киев: Наук. думка, 1981. — 231 с.
8. Цейтлин В. Б., Горелова Т. А. Исследование питания светящегося анчоуса *Myctophum nitidulum* (*Myctophidae*, *Pisces*) // Океанология. — 1978. — 18, вып. 4. — С. 742—749.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР,
Севастополь

Получено 18.02.86

G. I. ABOLMASOVA, YU. S. BELOKOPYTIN

THE RATE OF TOTAL ENERGY METABOLISM OF MYCTOPHUM NITIDULUM UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS

Summary

The rate of total energy metabolism is studied in *Myctophum nitidulum*, a mass species of nictoepipelagic myctophides. The equation of the total metabolism=the body mass dependence is obtained: ($R=1,56 \cdot W^{0,79}$). It is shown that the rate of O_2 uptake by *Myctophidae* is five times as high as the level of metabolism for the whole class of fish of middle latitudes. Approximate diurnal rations are calculated. They amount to 13,5% of the body weight on the average for *M. nitidulum*.