

УДК 597.562+597—105

**НЕКОТОРЫЕ МОМЕНТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА
БАЛТИЙСКОЙ ТРЕСКИ**Н. Я. ЛИПСКАЯ, Д. В. УЗАРС, В. И. ЧЕКУНОВА, М. И. ШАТУНОВСКИЙ
(ВНИРО — БалтНИИРХ)

В настоящее время в экологических и рыбохозяйственных исследованиях все большее внимание уделяется изучению уровня обмена рыб по количеству утилизируемого кислорода. Отражая общее физиологическое состояние организма, уровень обмена тесно связан с особенностями экологии отдельных видов. Зная энергетические траты на общий обмен и прирост вещества в организме, можно рассчитать пищевые рационы (Винберг, 1956; Ивлев, 1962; Липская, 1965, 1967; Сказкина, 1969 и др.).

Для определения суточных пищевых рационов, кроме респирометрических, применяют и другие методы: метод балансовых опытов, позволяющий определить суточную потребность рыб в азоте, метод непосредственного учета поедаемых, усвояемых, откладываемых и выделяемых веществ в экспериментальных условиях, определение суточных пищевых рационов в полевых условиях на основе знания разовой наполненности желудочно-кишечного тракта, скорости переваривания пищи и характера ее суточного потребления (Kinne, 1960; Карзинкин, 1952; Dawes, 1931; Новикова, 1951; Hatanaka a. all., 1956; Menzel, 1960; Lasker, 1970; Pandian, 1969; Edwards a. other, 1969 и др.).

Палохеймо и Дикки (Paloheimo a. Dickie, 1966) обобщили данные о потреблении рыбами пищи. Еще ранее В. С. Ивлев (1939, 1962) и Джеркинг (Gerking, 1954) показали обратную связь между весом тела, возрастом и эффективностью использования пищи на рост.

В самое последнее время были проведены аналогичные исследования на камбалах и сардине (Edwards a. all., 1969; Lasker, 1970).

Работы Кинне (O. Kinne, 1960) и Пандиана (Pandian, 1969) показали влияние температуры и солености воды на поедаемость рыбами пищи, на эффективность ее усвоения и утилизации в процессах роста.

В предлагаемой статье приведены первые результаты изучения уровня обмена балтийской трески респирометрическим методом и данные полевых и экспериментальных исследований по характеру роста и суточной интенсивности питания этой популяции.

В респирационных камерах объемом 25—30 л из органического стекла определяли потребление кислорода треской весом от 100 до 2000 г в возрасте от 1 до 6 лет. Опыты проводили в сентябре-октябре при средней температуре воды +11°C. Перед экспериментами рыб в течение трех—четырёх суток выдерживали в садках, установленных в бетонном бассейне вместимостью 1600 м³ Клайпедского отделения Гипрорыбфлота. Насыщение воды кислородом в конце опытов было

не ниже 65% от исходного содержания. Подошвенная треска совершала ограниченные спонтанные движения: полученные величины обмена в целом соответствовали величинам стандартного или основного обмена, как его определяют Бимиш и Мукерджи (Beamish and Mookherji, 1964).

На основании данных по потреблению кислорода были рассчитаны энергетические траты трески разного веса (и возраста) на общий обмен с поправкой на активный обмен, величина стандартного обмена (T) удваивалась (Малл, 1965; Липская, 1967). Кроме этого, принималось, что калорийность 1 г тела трески и 1 г ее пищи одинакова и равна 1000 кал.

Траты на генеративный обмен осенью у половозрелой трески ничтожны, поэтому в формуле расчета суточного рациона:

$$P = 1,25(P + T + G),$$

где P — траты на прирост;

T — траты на поддержание обмена;

G — траты на генеративный обмен (G принималось равным 0).

Для расчета P (суточного рациона) принималось, что для двухгодовиков трески на прирост в среднем используется 10% усвоенной пищи. В полевых условиях на судах БалтНИИРХ по методу Н. С. Новиковой (1951) были определены суточные рационы разноразмерной трески. В работе использованы и аналогичные данные польских исследований по суточному потреблению пищи треской (Chrzan, 1962; Strzyzewska, 1962) и любезно сообщенные сотрудниками Клайпедского отделения Гипрорыбфлота данные по характеру весового роста трески в аквариальных условиях.

Как известно (Винберг, 1956), связь обмена животных (в том числе рыб) с весом тела выражается формулой

$$Q = A \cdot w^b,$$

где Q — величина потребления кислорода одной особью;

w — вес ее тела;

A и b — коэффициенты.

Методом наименьших квадратов для балтийской трески при температуре $+11^\circ\text{C}$ были рассчитаны параметры основного уравнения:

$$Q = 0,388 \cdot w^{0,716} \quad \text{при } r = +0,952 \cdot (P < 0,001).$$

Для трески Норвежского моря путем пересчетов данных Суднесса (Sudness, 1967) было получено равенство $Q = 0,33^{0,73}$. При этом фактические величины потребления кислорода для трески весом 1675—1750 г 42 ± 2 мл $\text{O}_2/\text{кгч}$ (для норвежской) 44 ± 2 мл $\text{O}_2/\text{кгч}$ (для балтийской).

В работе Цейтена (Zeuthen, 1947) приведены данные по зависимости общего обмена от веса тела у молоди некоторых видов морских рыб. Эти графические данные в пересчете Г. Г. Винберга (1956) были представлены формулой $Q = 0,328w^{0,71}$.

Таким образом, полученные по балтийской треске результаты близки к результатам Цейтена (Zeuthen, 1947).

Расчет трат на обмен и суточных рационов у балтийской трески показывает снижение суточных рационов с 6 (у годовиков) до 1—2 (у шестигодовиков) (таблица). 2

Суточные рационы балтийской трески
(в % от веса тела) при температуре +11°C

Средний вес рыб, г	Возраст, лет	2T, % от веса тела	Суточные рационы		Число опытов
			по респиромет- рическим данным	по данным суточных станций	
150	1	4,8	6,0	—	5
350	2	3,1	3,9	3,2	17
850	4	1,9	2,4	2,2	10
1600	6	1,3	1,6	—	13

Нужно отметить, что наши исследования суточных рационов трески в полевых условиях и соответствующие исследования польских ученых (Хршан, 1962; Стрижевска, 1962) дали более низкие величины суточных рационов. Так, осенью 1965 и 1966 гг. при средней температуре воды 7°C суточные рационы двухгодовалой трески варьировали от 1,6 до 2,3%. При +11°C величины суточных рационов двухгодовиков трески составили 3,2%, четырехгодовиков — 2,2%, т. е. величины суточных рационов, полученные при пересчете респирометрических экспериментов, в среднем на 20—30% выше, чем рассчитанные по непосредственно потребленной пище и отложенному в виде прироста в теле рыб веществу. В обстоятельной работе Эдвардса с соавторами (1969) показано, что суточные рационы, рассчитанные по респирометрическим данным, для сеголетков морской камбалы на 20% выше, чем данные по непосредственному экспериментальному определению суточных количеств потребляемой пищи.

Очень важны определения изменений эффективности использования пищи на рост в онтогенезе рыб. Изучая этот вопрос, можно выявить биопродукционную роль отдельных возрастных групп популяции в водоеме.

Зная суточные пищевые рационы и характер весового прироста разновозрастной трески по данным ихтиологических исследований и по данным, полученным при выращивании трески в аквариумах и бассейнах, мы попытались приблизительно определить коэффициенты использования пищи на рост треской разного возраста при средней температуре обитания этой популяции в Балтийском море в 7—8°C.

При среднесуточном рационе двухгодовиков трески в 3,9% при температуре +11° (2,5 при 7,5°C — по таблице температурных поправок — Г. Г. Винберг, 1956) и среднесуточной скорости весового прироста при этой температуре в 0,7 г в Клайпедском аквариуме коэффициент использования пищи на рост для этих рыб был равен 10%. Близкие данные получены для отдельных видов морских рыб в других экспериментальных работах. Так, Хатанака с соавторами (1956) для двухгодовиков камбалы *Limanda yokohama* определил эффективность использования пищи на рост в 16%. Ласкер (1970) для двухгодовиков калифорнийской сардины *Sardinops caerulea* определил этот коэффициент в 9,5%. Эдвардс с соавторами для сеголетков морской камбалы *Pleuronectes platessa* и ершоватки *Limanda limanda* показал, что этот коэффициент (K_2 по Ивлеву, 1962) равен 10%. Для молодежи антарктической рыбы *Notothenia neglecta* этот коэффициент тоже равен 6—10% (Everson, 1970).

Для шестигодовиков трески K_2 был определен в 2%*. Для самок трески этого возраста с коэффициентом зрелости гонад в кошке IV стадии зрелости в 25% были определены затраты на генеративный обмен. Из этого валового количества потребляемой за год энергии 3% пошло на обеспечение созревания яичников, причем 2% из этого количества — на прирост биомассы яичников и 1% — на процессы переноса и синтеза веществ яичников. Для тихоокеанской сардины Ласкер (1970) принимает траты на генеративный обмен в 1% от годового валового потребления энергии, для *N. neglecta*. Эверсон дает величину затрат на генеративный обмен в 0,9%.

ВЫВОДЫ

Основное уравнение обмена для трески Балтийского моря выражается формулой

$$Q = 0,388w^{0,716}.$$

Она близка к формулам основного уравнения обмена для морских рыб и идентична формуле, приводимой для трески Норвежского моря.

Суточные рационы по мере роста трески уменьшаются с 6% (150-граммовая молодь) до 1,6% (полуторакилограммовые рыбы).

Коэффициенты использования пищи на рост снижаются по мере роста трески от 10% (у двухгодовиков) до 2% (у шестигодовиков).

Траты на генеративный обмен у шестигодовалой трески достигают 3% от годового потребления энергии, причем 66% от этого количества — прирост вещества в гонадах. Эффективность использования энергии на генеративный обмен, таким образом, очень высока и близка к коэффициенту использования энергии на прирост эмбрионов и ранней молоди рыб.

ЛИТЕРАТУРА

- Бирюков Н. П. и Широкова М. Я. О росте трески Балтийского моря. Тр. АтлантНИРО. Т. 21, 1969.
- Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Изд-во Бел. гос. ун-та. Минск, 1956.
- Винберг Г. Г. Пути количественного изучения потребления и усвоения пищи водными животными. «Журн. общей биол.», Т. 25. Вып. 4, 1964.
- Ивлев В. С. Баланс энергии у годовиков карпа. «Зоол. журн.», Т. 18, 1939.
- Ивлев В. С. Метод вычисления количества пищи, потребляемой растущей рыбой. Тр. VII научн. конференции по изучению водоемов Прибалтики, 1962.
- Липская Н. Я. Об оценке энергетических трат на построение половых продуктов у рыб. «Вопр. ихтиол.», Т. 7, № 6, 1967.
- Липская Н. Я. Энергетический баланс барабули в период размножения. Тр. Конференции по физиол. основам экологии водных животных. Севастополь, 1965.
- Новикова Н. С. Определение суточного рациона воibly Северного Каспия непосредственно в море. Вестник МГУ. Сер. Биологии, № 5, 1951.
- Сказкина Е. П. Исследование энергетики азовских бычков в связи с их пищевыми потребностями и распределением в условиях дефицита кислорода. Автореф. канд. дисс. 1969.
- Токарева Г. И. Методика определения возраста и особенности роста трески в Балтийском море. Тр. АтлантНИРО. Вып. 10, 1963.
- Chrzan, F. Pokorm i odzywianie sie dorsza w Zatoke Gdanskieg. Prace Morsk. Inst. Rybac. w Gdyni. n. 11/A, 1962.
- Kinne, O. Growth, food intake and food conversion in a euryplastic fish exposed to different temperature and salinities. *Physiol. Zool.* 33, 1960.
- Dawes, B. Growth and maintenance in the plaice (*Pleuronectes platessa* L.). *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 17, 1931.

* Для расчета этого коэффициента были использованы данные по суточным рационам взрослой трески, данные по величинам годовых приростов веса тела (Токарева, 1963; Бирюков и Широкова, 1969), данные по динамике калорийности тела трески.

- Gerking, S. D. The food turnover of a bluegill population. Ecology, 35, 1954.
- Lasker, R. Utilization of zooplankton energy by a Pacific Sardina population in the Californian current. Symp. Food Chain Studies. Pt. 4, 1970.
- Beamish, F. W. H. & Mookherjee, P. S. Respiration of fishes with special emphasis on standard oxygen consumption. Can. J. Zool., Vol. 42, 1964.
- Mann, K. H. Energy transformations by a population of fish in the River Thames. J. Anim. Ecol. 34, No. 2, 1965.
- Menzel, D. W. Utilization of food by a Bermuda reef fish *Epinephelus guttatus*. J. Cons. 25, 1960.
- Hatanaka, M. M., Kosaka, M. and Sato, G. Growth and food consumption in plaice *Limanda yokohamae* (Günther) Tohoku. J. Agr. Res. Vol. 7, 1956.
- Paloheimo, J. E. and Dickie, L. M. Food and growth of fishes. J. Fish. Res. Bd. Can. Vol. 23, No. 6, 1966.
- Pandian, T. J. Intake and conversion of food in the fish *Limanda limanda* exposed to different temperature. Marine Biol., 5, 1970.
- Sundness, G. Notes on the energy metabolism of the cod (*Gadus callarias* L.) and the coalfish (*Gadus virens* L.) in relation to body size. Fiskeridir Skr. Havundersök. Vol. 11, 1957.
- Zenuthen, E. Body size and metabolic rate in the animal kingdom with microfauna. C. R. Lab. Carlsberg. Chim. 26 (3), 1947.
- Strzyzewska, K. Odżywianie się i pokarm dorza Bałtyku południowego. Prace Morsk. Inst. Ryb. Gdynie, No. H. A, 1962.
- Edwards, R. R., Finlayson, D. A. and Steele, J. H. The ecology of O-group plaice and common dabs in loch Ewe. J. exp. mar. Biol. Ecol., Vol. 3, 1969.
- Everson, I. The population dynamics and energy budget of *Notothenia neglecta* Nybelin at Signy Island, South Orkney Islands. Bull. Brit. Antarct. Surv. No. 23, 1970.

SOME ASPECTS OF ENERGY METABOLISM IN BALTIC COD, *GADUS MORHUA CALLARIAS* L.

**N. Y. Lipskaya, D. V. Uzarz, V. I. Chekunova
and M. I. Shatunovsky**

Summary

Based on the studies of oxygen consumption rate of Baltic cod it has been established that daily rations decrease with growth of fish from 6% (in two-year-olds); to 1.6% (in six-year-olds). Efficiency of food utilization for growth requirements in two-year-old fish amounts to 10%. Generative metabolism expenditures in six-year-old cod account for 3% of the annual caloric value of food. The main equation of metabolism for Baltic cod is expressed by the formula:

$$Q = 0.39 \cdot W^{0.716}$$