

УДК 597.553.1:597—153(262.5)

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХАМСОЙ КОРМОВОЙ БАЗЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

Е. П. Сказкина, Н. Н. Данилевский

Хамса *Engraulis encrasicolus* L.— массовый планктофаг Черного моря. Ее запасы в настоящее время оцениваются в 3—5 млн. ц; а ежегодный вылов составляет в среднем 650 тыс. ц (Данилевский, 1973). Многолетними систематическими исследованиями АзчерНИРО установлены основные закономерности динамики численности популяции черноморской хамсы, ее роста, размножения, питания (Майорова, 1961; Данилевский, 1969; Павловская, 1963; Сиротенко и др., 1973). Отрывочность же сведений по энергетическому обмену и пищевым потребностям не позволяют оценить роль хамсы в экосистеме пелагиали Черного моря.

Задача данного исследования — выяснить пищевые потребности и оценить выедание зоопланктона популяцией хамсы в Черном море на основании изучения ее энергетического обмена, соматического и генеративного роста.

Рост хамсы. Материалы о размерном, весовом и возрастном составе хамсы были собраны в майском и октябрьском учетных рейсах экспедиционных судов АзчерНИРО в Черном море в 1972 г. Численность и весовой запас определены по обычной методике с учетом уловистости трала по результатам майской съемки. Суточные приросты хамсы рассчитаны по среднемесячным массам за вегетационный период, с мая по октябрь.

Количество икры, выметанной в течение нерестового сезона, определено на основании среднесуточных данных о рабочей плодовитости рыб разного возраста. Так как количество половых продуктов, продуцируемых самцами хамсы, не исследовано, было принято, что затраты на генеративный обмен у самцов и самок одинаковы. Хамса выметывает несколько порций икры и нерест популяции продолжается с конца мая по август. Поэтому генеративные траты мы отнесли к этим трем месяцам с максимумом в июле.

Хамса относится к короткоцикловым рыбам, созревающим на втором году жизни с максимальным возрастом 5—6 лет. Основную массу в уловах 1972 г. составляли двух- и трехлетние рыбы. Наиболее интенсивен весовой рост у двухлетков хамсы, абсолютный прирост которых составил 7,2 г. У трех- и четырехлетков он был значительно ниже (2,6—1,4 г). Среднесуточный прирост двухлетков с мая по октябрь равен 0,8%, трех- и четырехлетков — 0,15 и 0,1% от веса тела. Такое резкое снижение прироста, очевидно, объясняется приближением к дефинитивному размеру (табл. 1).

Плодовитость хамсы с возрастом увеличивается: двухлетки выметывают в течение нереста в среднем 6,4 г икры, трехлетки и четырехлетки 11,5—14,1 г. Соответственно затраты на размножение у двухлетков

примерно в два раза ниже, чем у старших возрастных групп рыб. Энергия, затрачиваемая на пластический обмен (прирост тела и продуцирование икры), почти не меняется в течение жизни. Перераспределение затрат с соматического роста на генеративный происходит очень резко. На втором году жизни затраты на прирост тела составляют 63%, а на четвертом — всего 13%. Траты на продуцирование икры с возрастом увеличиваются от 37 до 87%, что, очевидно, характерно для рано созревающих короткоцикловых рыб. У бычка-кругляка траты на размножение также увеличиваются с возрастом, однако на четвертом году жизни они не превышают 50% от общих, так как бычки еще продолжают расти (Сказкина, 1968).

Таблица 1

Соотношение соматического и генеративного роста у хамсы разного возраста с мая по октябрь 1972 г.

Возраст	Прирост		Икра		Всего, ккал	Использовано, %	
	г	ккал	г	ккал		на прирост	на икру
Двухлетки	7,2	12,2	6,4	7,0	19,2	63	37
Трехлетки	2,6	4,4	11,5	12,6	17,0	26	74
Четырехлетки	1,4	2,4	14,1	15,5	17,9	13	87

Энергетический обмен. Материалом для опытов по энергетическому обмену служила хамса в возрасте от одного до пяти лет, длиной 55—170 мм, весом 0,9—18 г (табл. 2).

Эксперименты проводили в аквариальной АзчерНИРО при температуре 17—25° и солености 14—18‰. Хамсу доставляли из ставного невода и выдерживали в аквариумах 3—4 суток до прекращения отхода. При соблюдении необходимых предосторожностей при транспортировке и пересаживании в бассейны ее выживание в аквариальных условиях было вполне удовлетворительным (отход 0,5—1%). За сутки до опыта кормление прекращали. Респирометрами служили банки с притертыми крышками емкостью 1—7 л. Содержание кислорода в конце опыта снижалось по сравнению с начальным на 25—45% и не подавляло интенсивности дыхания рыб. Всего было поставлено 325 опытов, результаты которых по специальной программе обработаны на ЭВМ «Минск-22» (Горкавенко, Краснова, Сказкина, 1972).

Величину энергетического обмена устанавливали по экспериментальным данным об интенсивности потребления кислорода хамсой при температуре 17—25°C. Статистическая обработка показала, что скорость дыхания хамсы находится в степенной зависимости от веса и может быть выражена уравнением:

$$R = A\omega^k,$$

где R — обмен одной рыбы, мл/ч;

ω — ее вес, г;

Таблица 2

Энергетический обмен хамсы при температуре 17—25°C

Т°С	r	A	$K \pm \sigma$	n
17	0,912	0,831	$0,832 \pm 0,028$	90
19	0,842	0,929	$0,854 \pm 0,047$	80
23	0,775	1,096	$0,742 \pm 0,107$	79
25	0,837	1,178	$0,721 \pm 0,059$	76

K — константа, показывающая, с какой скоростью изменяется обмен при возрастании веса;

A — коэффициент, численно равный обмену рыбы весом в 1 г.

Минимальное значение A в исследуемом интервале температуры отмечено при 17°C, максимальное — при 25°C; коэффициент K несколько снижается с возрастанием температуры до 25° (табл. 2).

Установлена связь уровня энергетического обмена хамсы со стайным образом жизни. Показана необходимость учета группового эффекта при установлении величины среднего уровня энергетического обмена и продукционных расчетов для стайных рыб (Сказкина, 1975).

При расчете трат на поддерживающий обмен вводили поправку на групповой эффект, равную 60% от величины A .

Пищевые рационы и использование пищи на рост. Пищевые рационы были рассчитаны на основе данных по соматическому и генеративному росту и обмену по формуле балансового равенства (Винберг, 1956). Усвояемость пищи принималась равной 0,8; оксикалорийный коэффициент — 4,86 кал/мл O_2 .

Для расчетов энергетических трат хамсы на прирост и продуцирование половых продуктов использованы данные о среднегодовой калорийности хамсы и ее икры — соответственно 1700 и 1100 кал на 1 г сырого веса (Шульман, 1960; Клейменов, 1962).

Калорийность пищи хамсы, рассчитанная по среднегодовому соотношению отдельных организмов в пищевом комке (материалы М. Д. Сиротенко) и по их калорийности (Петипа, Павлова, Миронов, 1970), составляет 600 кал на 1 г сырого веса.

Пищевые потребности хамсы составляют от 0,72 до 2,1 г планктона в сутки в зависимости от размера рыб и температуры воды (табл. 3). Мелкие рыбы в возрасте от года до двух лет потребляют пищу в размере 11,7—15% от веса тела. У более крупных рыб старшего возраста суточные рационы несколько меньше: от 7,9 до 11,8% от веса тела. Максимальные пищевые потребности у каждой из трех возрастных групп приходятся на июль — август при температуре воды 25°C, когда максимальные траты на обмен суммируются с максимальными тратами на размножение. Рассчитанные нами пищевые потребности черноморской хамсы очень близки к рационам азовской хамсы, полученным методом азотного баланса (Шульман, 1962) и в полтора раза выше рассчитанных по формуле Байкова на основании индексов наполнения желудков (Окул, 1940; Никитин, 1946).

Таблица 3

Суточные рационы хамсы в Черном море в 1972 г.

Месяц	Т°С	Средний вес W , г	Прирост, кал	Икра, кал	Энергетический обмен		Ассимилирование пищи, кал	Рацион	
					мл O_2	кал		г	от W %
Май	17	6,15	84	—	Двухлетки		346	0,72	11,7
Июнь					54,0	262			
Июль	23	8,0	109	58	73,8	359	526	1,10	13,8
	25	9,8	133	115	93,8	456	704	1,47	15,0
Август	23	11,5	156	58	96,6	470	684	1,43	12,4
Сентябрь	19	13,3	181	—	124,8	606	787	1,64	12,3
Октябрь									

Месяц	Т° С	Средний вес W, г	Прирост, кал	Икра, кал	Энергетический обмен		Ассимилируемая пища, кал	Рацион	
					млО ₂	кал		г	% от W
Трехлетки									
Май	17	14,7	33	—	111,5	558	591	1,23	8,4
Июнь	23	15,3	34	105	119,5	581	720	1,50	9,8
Июль	25	16,0	36	210	135,6	659	905	1,88	11,8
Август	23	16,8	38	105	128,0	622	765	1,59	9,5
Сентябрь	19	17,3	39	—	156,0	758	797	1,66	9,6
Октябрь									
Четырехлетки									
Май	17	16,9	29	—	125,1	608	637	1,33	7,9
Июнь	23	17,2	29	130	130,4	634	793	1,65	9,6
Июль	25	17,6	30	260	145,6	708	998	2,08	11,9
Август	23	17,8	30	130	133,4	648	808	1,68	9,4
Сентябрь	19	18,5	31	—	164,9	801	832	1,73	9,3
Октябрь									

Большая часть энергии пищи расходуется хамсой на поддерживающий обмен (80—90%). Энергия, используемая на генеративный обмен, составляет 5—9% с максимумом у старших возрастных групп и минимумом у двухлетков. Затраты на соматический рост уменьшаются с возрастом от 11% у двухлетков до 3—1,6% у старших рыб.

Низкие приросты, расходование значительной части энергии пищи на генеративный обмен у рыб старшего возраста обуславливают высокие кормовые коэффициенты хамсы (табл. 4).

Коэффициент использования на рост ассимилированной пищи K_2 с увеличением возраста рыб резко снижается (от 22 до 2%), что еще раз подчеркивает своеобразие роста хамсы и относительно раннее достижение ею максимального веса. Подобное явление отмечено для пресноводного короткоциклового планктофага верховки, у которой в возрасте четырех лет кормовой коэффициент превышает 80 (Яблонская, 1951). У рыб с большей продолжительностью жизни и созреванием на третьем — пятом году (пикша, североморская сельдь, треска) с увеличением возраста кормовые коэффициенты нарастают и K_2 снижается более плавно (Шевченко и др., 1974; Steele, 1965; Daan, 1975).

Автор пользуется случаем, чтобы выразить благодарность Р. М. Павловской и М. Д. Сиротенко, предоставившим данные по плодовитости хамсы и составу ее пищи.

Использование хамсой планктона Черного моря. Зная численность черноморской хамсы в 1972 г. (15,6 млрд. экз.) и соотношение возрастных групп в популяции, мы рассчитали потребление корма за вегетационный период с мая по октябрь (3,4 млн. т кормового зоопланктона).

Таблица 4
Использование пищи на рост у хамсы с мая по октябрь 1972 г.

Коэффициент	Возраст		
	1+	2+	3+
Кормовой	16	65	95
K_2 , %	22	5	2

Средняя биомасса кормовых ракообразных вместе с *Sagitta*, по данным В. Н. Грезе (1971), составляет около 3,5 млн. т, продукция — 122 млн. т. Использование хамсой зоопланктона составляет 94% от биомассы и 2,5% от годовой продукции. В годы с более высокой численностью хамсы (1967, 1975 и др.) выедание зоопланктона может достигать величин, в 2—4 раза превышающих его биомассу и составляющих до 10% от его продукции.

Полученные оценки дают ориентировочное представление о роли хамсы в трансформации вещества и энергии в пелагиали Черного моря.

Выводы

1. Изучение энергетического обмена, соматического и генеративного роста черноморской хамсы в условиях обитания позволило рассчитать ее пищевые потребности.

2. Суточные рационы хамсы за вегетационный период с мая по октябрь составляют 11,7—15% у двухлетков и 7,9—11,8% от веса тела у трех- и четырехлетков.

3. Большая часть энергии пищи (80—90%) расходуется на поддержание жизни. Траты на продуцирование икры составляют 5—9% с максимумом у старших возрастных групп. Расход энергии на соматический рост уменьшается с возрастом от 11 до 1,6%.

4. Кормовые коэффициенты хамсы велики (16 у двухлетков, 65 и 95 у трех- и четырехлетков). Коэффициент использования на рост ассимилированной пищи с размером и возрастом снижается от 22 до 2%.

5. Популяция хамсы за вегетационный период с мая по октябрь 1972 г. потребила около 3,4 млн. т кормового зоопланктона, что составляет 94% от его биомассы и 2,5% от годовой продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Изд-во Бел. гос. ун-та, Минск, 1956, 253 с.

Грезе В. Н. Продуктивность биологических систем в южных морях. В сб., Вопросы продукционной, санитарной, технической гидробиологии южных морей. АН УССР, ИнБИОМ, Киев, «Наукова думка», 1971, с. 5—8.

Горковенко В. П., Е. А. Краснова, Е. П. Сказкина. Методика «Алгоритм и программа статистической обработки экспериментальных данных по энергетическому обмену рыб в связи с вопросами акклиматизации и рыбоводства». М., ОНТИ ВНИРО, 1972, 23 с.

Данилевский Н. Н. Современное состояние запасов черноморской хамсы и перспективы его использования. Труды АзчерНИРО, 1969, вып. 26, с. 3—13.

Данилевский Н. Н. Колебания запаса черноморского анчоуса и методы прогнозирования его возможного улова. Труды ВНИТО, 1973, т. ХСІ, с. 132—142.

Майорова А. А. Колебания численности основных промысловых рыб Черного моря. Труды АзчерНИРО, 1961, вып. 19, с. 87—97.

Никитин В. Н. Питание хамсы *Engraulis encrasicolus* L. в Черном море у берегов Грузии. Труды Зоол. ин-та Груз. АН ССР, Тбилиси, 1946, с. 1—59.

Окул А. В. Питание и пища планктоноядных рыб Азовского моря. Труды АзчерНИРО, 1940, вып. 12, ч. 2, с. 97—148.

Павловская Б. М. Основные прогнозы колебаний урожайности поколений черноморской хамсы. Сб. НТИ, ВНИРО, вып. 19, 1963, с. 23—35.

Петипа Т. С., Е. В. Павлова, Г. Н. Миронов. Структура пищевых сетей, передача и использование вещества и энергии в планктонных сообществах Черного моря. В сб. «Биология моря», вып. 19, Киев, «Наукова думка», 1970, с. 3—43.

Сказкина Е. П. Энергетический обмен хамсы *Engraulis encrasicolus* L. при групповом и одиночном содержании и наркотизировании хинальдином. ДАН СССР, 1975, т. 225, вып. 1, с. 238—240.

Сказкина Е. П., В. А. Костюченко. Пищевые рационы азовского бычка-кругляка. «Вопросы ихтиологии», 1968, т. 8, вып. 2 (49), с. 303—311.

Сиротенко М. Д., Н. Н. Данилевский. Питание и обеспеченность пищевой хамсы и барабули в Черном море. Труды ВНИРО, 1973, т. XCIV, с. 40—56.

Шевченко В. В., А. С. Полонский, М. И. Шатуновский. Биопродукционные исследования пикши Северного моря. ОНТИ ВНИРО, 1974, 80 с.

Шульман Г. Е. Динамика химического состава азовской хамсы в связи с особенностями ее биологии. Труды АзчерНИРО, 1960. 1.18, с. 130—144.

Шульман Г. Е. Элементы азотного баланса и пищевые рационы азовской хамсы *Engraulis encrasicolus maeoticus* Pusanov. ДАН СССР, 1962, т. 147, вып. 3, с. 724—726.

Яблонская Е. А. Некоторые данные о росте и обмене веществ у верховки *Leucaspis delineatus* L. в период нереста. Труды ВГБО, т. III, 1951, с. 140—154.

Daan, N. Consumption and production in North Sea cod *Gadus morhua*: an assessment of the ecological status of the stock. Netherlands J. of Sea Res. v. 9, N 1, May 1975, pp. 24—55.

Steele, J. N. Some problems in the study of marine resources. ICNAF Spec. Publ. vol. 6, 1965, pp. 463—476.

On utilization of food resources by anchovy from the Caspian Sea

E. P. Skazkina, N. N. Danilevsky

SUMMARY

The food ration of anchovy from the Black Sea is estimated on the basis of data collected on their abundance, age, weight and energetic metabolism. The daily food ration in the period of intensive feeding (May—October) constitutes 8—15% of the body weight. The most part of food energy is spent on keeping up life. Energetic expenditure on reproduction increases with age, but less energy is required for increment in weight. The food coefficient in anchovy amounts to 95. K_2 decreases from 22% to 2% with age. Anchovy consume 2—10% of annual production of food zooplankton in the Black Sea.