

УДК 597.553.2+597—153

**ПИЩЕВЫЕ ПОТРЕБНОСТИ МОЛОДИ СТАЛЬНОГОЛОВОГО
ЛОСОСЯ В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОРЕЧЕНСКОГО ФОРЕЛЕВОГО
ХОЗЯЙСТВА**

М. А. АГРБА

В связи с акклиматизацией стальноголового лосося в наших южных морях возникла необходимость разработки биотехники его выращивания (Богданов и др., 1967; Богданов и Дорошев, 1971; Шатуновский, Агрба, Котова, 1970). При разработке биотехники выращивания нового вида необходимо иметь четкое представление о его пищевых потребностях на последовательных этапах онтогенеза в конкретных условиях района акклиматизации.

Цель работы — изучить пищевые потребности сеголетков и годовиков стальноголового лосося в условиях Чернореченского форелевого хозяйства, а также влияние на пищевые потребности, рост и обмен молоди стальноголового лосося состава рационов.

Работы проводились в опорной лаборатории ВНИРО на Чернореченском форелевом хозяйстве в феврале — августе 1970 г. Объектом исследований были сеголетки и годовики стальноголового лосося весом 2,5 г. Молодь была распределена на три группы и выращивалась в бетонных прямооточных питомниках при плотности посадки 30 шт./м². Расход воды в питомнике 70 л/мин, содержание кислорода в воде 9,2—11,7 мг/л, температура воды от 8,7 до 10,4°С. Молодь кормили 3—4 раза в день. Контрольную молодь выращивали на рационе, применявшемся ранее для выращивания форели и черноморского лосося (табл. 1), вторую группу — на смешанном рационе, в состав которого было введено 35% дефростированной пасты криля, третью группу — на рационе, состоящим главным образом из пасты из криля (табл. 1).

Таблица 1

Состав рационов (в %) сеголетков и годовиков,
применявшихся при выращивании на ЧФХ

Компоненты корма	Варианты опытов		
	контрольный I	смешанный II	крилевый III
Селезенка	75	40	—
Паста криля	—	35	75
Рыбный фарш	15	15	15
Крапива (или протококковые водоросли)	6	6	6
Рыбий жир	2	2	2
Мел	1	1	1
Соль	1	1	1

Наилучшими в практике лососеводства считаются кормосмеси, по своему составу соответствующие естественным кормам. Наиболее важным компонентом в этих кормах является белок, причем, чем больше белок рациона сходен с белком организма, тем лучше он используется. Вот почему в наших опытах использовали крилевую пасту.

В последнее время в рационы лососей и форели вводят жиры морского происхождения. Известно, что в рационы искусственно выращиваемых лососей и форели должно входить 5—8% жиров, причем не менее половины должны составлять жиры морского происхождения, стимулирующие рост и обмен веществ.

Во многих случаях показано положительное влияние на рост и выживаемость лососей и форели введения в их рационы продуктов морского происхождения — свежей или консервированной рыбы, беспозвоночных, рыбной муки или муки из беспозвоночных (Leitritz, 1963). В этом отношении перспективны продукты переработки антарктического криля (паста, частично обезжиренная мука). В настоящее время в результате научных экспедиций ВНИРО и АтлантНИРО была показана возможность промысла криля в больших масштабах. По содержанию белка и жира антарктический криль и продукты его переработки превосходят другие продукты морского происхождения.

Поэтому в предлагаемой работе впервые в практике нашего лососеводства описано кормление молоди стальноголового лосося кормосмесями с добавками пасты криля.

В настоящее время существует несколько методик определения величины суточного потребления рыбой пищи. Одной из наиболее точных является методика балансовых опытов по изучению обмена азота у рыб, который дает возможность установить не только величину пищевого рациона, но и величину продуктивного действия съеденной пищи.

Респирационный метод определения суточных рационов в настоящее время используется рядом исследователей (Винберг, 1956; Липская, 1965; Сказкина, 1970 и др.). Чтобы получить наиболее достоверные данные о пищевых потребностях акклиматизанта, исследования и расчеты пищевых рационов проводились двумя методами. Балансовые опыты ставили по методике, предложенной Г. С. Карзинкиным и М. Н. Кривобоком (1962). Наблюдения проводились через каждые 15 дней, для опытов использовали аквариумы из органического стекла емкостью в 5—10 л. Температура воды колебалась от 9 до 10° С. Опыты проводили через каждые 2 ч. Азот в экскретах, экскрементах и в теле лососей определяли модифицированным методом Кьельдаля. Суточные приросты азота рассчитывали по формуле:

$$N = (10_n^{(\lg N_n - \lg N_0)} - 1) \cdot 100,$$

где N_n и N_0 — содержание азота в теле молоди лососей в начале и в конце рассматриваемого периода;

n — число суток.

Коэффициент усвоения азота принимали равным 80% (Винберг, 1956). Суточный пищевой рацион (в мг на рыбу/сутки) рассчитывался по формуле:

$$X = \frac{A \times 100}{B},$$

где A — величина суточного потребления азота;

B — содержание азота в сыром веществе корма;

X — суточный рацион, мг.

Всего было поставлено около 60 балансовых опытов для сеголетков и годовиков стальноголового лосося. Пищевые рационы личинок стальноголового лосося были изучены респирационным методом на ЧФУ Е. П. Сказкиной (1970).

Респирационные опыты ставили методом замкнутых сосудов по общепринятой методике (Винберг, 1956). Кислород определялся иодометрическим титрованием по Винклеру (Строганов, 1962). Продолжительность опыта 40—60 мин. Температура воды в респирометрах колебалась в тех же интервалах, что и в питомниках (от 9 до 10°).

Пищевые рационы рассчитывали по данным респирационных опытов и наблюдений за весовым ростом молоди по формуле балансового равенства (Винберг, 1956).

$$0,8P = P + T,$$

где P — суточный рацион;

P — затраты на прирост;

T — траты на поддерживающий обмен.

Средние веса, среднесуточные величины приростов веса тела рассчитаны по способу, предложенному Г. Г. Винбергом. Всего было поставлено около 100 респирационных опытов. В расчетах использовали оксикалорийный коэффициент, по В. С. Ивлеву (1934) равный 4,836 кал/млО₂. Калорийность контрольного рациона была рассчитана по его химическому составу и составляла 1160 кал/г. Содержание жира определялось по Рушковскому, содержание азота модифицированным методом Кьельдаля. Калорийность определялась по формуле

$$Q = 41B + 93ж,$$

где Q — в кал на 1 г;

B и $ж$ — содержание белка и жира (в % в сыром веществе).

Аналогичным способом была определена калорийность остальных кормосмесей и выращиваемой молоди стальноголового лосося в отдельные периоды экспериментов. Опыты проводились в феврале — сентябре 1970 г.

Пищевые рационы для молоди в контрольном варианте (см. табл. 1 и 2) были рассчитаны двумя методами (респирационным и методом балансовых опытов), для молоди остальных двух — исключительно по данным балансовых опытов (табл. 3 и 4). Летом 1968 г. сотрудница АзчерНИРО Е. П. Сказкина определила пищевые рационы личинок стальноголового лосося и, таким образом, ход изменения пищевых рационов можно проследить от двухмесячных личинок до двухлетков.

За это время величины суточных рационов снижались с 9,5 до 2,9% от веса тела. Нужно отметить, что для рыб соответствующего возраста в условиях Чернореченского форелевого хозяйства величины суточных пищевых рационов в среднем были значительно ниже, чем, например, в американских рыбопитомниках (Лейтритц, 1963). Однако при рассмотрении величин суточных пищевых рационов молоди лососевых рыб при сходной температуре в 9—10°, приводимых японскими и американскими авторами (Канидьев, 1965, Leitritz, 1963), было отмечено сходство величин потребляемой молодью в этих хозяйствах пищи с количеством пищи, потребляемой молодью стальноголового лосося в условиях ЧФХ.

Интересно подчеркнуть, что обоими методами были получены близкие результаты (см. табл. 1 и 2).

Низкие абсолютные величины суточных рационов у молоди стальноголового лосося в условиях ЧФХ определяют пониженный темп ее роста (Шатуновский, Агрба, Котова, 1970).

Пищевые рационы молоди стальноголового лосося 1969 г. рождения
по данным респирационных опытов (февраль — август 1970 г.)

Показатели	Даты							
	2/VII-68	3/II	3/III	3/IV	6/V	6/VI	6 VII	6/VIII
Средний вес рыб, мг	200	2400	3500	5200	8800	10500	12400	15400
Прирост								
в %	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	
в мг	2,6	41,0	56,0	84,0	96,4	120,8	147,3	
в кал	5,4	35,6	53,8	86,1	105,2	139,6	179,1	
Калорийность 1 г сырого вещества мышц	—	809	929	993	1057	1127	1192	1296
Потребление кислорода, мл O ₂ /г час	0,295	0,260	0,252	0,222	0,170	0,164	0,144	0,120
Затраты, кал/сутки								
на поддержание обмена	7,0	75,9	106,0	150,0	174,0	198,9	208,9	
общие	12,4	114,90	158,8	236,0	279,2	338,5	338,0	
Рацион								
в кал	15,5	145,0	198,5	295,0	349,0	423,0	485,0	
в мг	18,2	125,0	171,0	256,0	301,0	365,0	410,0	
в % от веса тела	9,5	4,2	4,0	3,7	3,2	3,1	2,9	

Пищевые рационы стальноголового лосося,
выращенного на контрольном корме по данным балансовых опытов.
ЧФХ (февраль — август 1970)

Показатели	Д а т ы						
	3/II	17/II	3/III	6/V	6/VI	6/VII	6/VIII
Средний вес рыбы, мг	2450	2650	3450	8800	10500	12400	15400
Сухое вещество, %	20,7	21,2	22,0	23,2	24,2	25,0	25,4
Азот, мг/сутки на одну рыбу							
экскректотв	1,1	1,1	1,3	3,1	3,3	6,4	6,5
экскрементов	0,027	0,028	0,031	0,039	0,065	0,079	0,101
Содержание азота в теле в сухом веществе, %	11,67	11,63	11,50	11,34	11,22	11,10	11,0
абсолютное, мг	58,0	66,2	87,0	220,9	288,80	340,0	381,0
Прирост азота, мг/сутки		0,55	0,52	2,29	2,79	1,88	1,08
Азот, погребленный рыбой за сутки (отложенный + выделенный)		1,7	2,7	4,5	6,1	6,9	7,5
Потребность рыбы в азоте в сутки		2,1	3,3	5,6	7,6	8,7	9,3
Суточный пищевой рацион							
в мг		80,7	92,3	215,4	315,0	350,0	380
в % от веса тела		3,2	3,1	3,5	3,2	3,0	2,8

Пищевые рационы стальноголового лосося,
выращенного на кормосмеси, по данным балансовых опытов
на ЧФХ (февраль — август 1970 г.)

Показатели	Д а т ы					
	3/II	17/II	3/III	6/V	6/VI	6/VII
Средний вес рыбы, мг	3390	4120	5200	11000	15000	18800
Содержание сухого вещества в их теле, %	23,0	23,7	24,0	25,7	26,0	27,0
Азот, мг в сутки на одну рыбу						
эскретов	0,915	0,927	0,950	2,080	3,785	3,815
эскрементов	0,026	0,035	0,042	0,056	0,065	0,077
Содержание азота в теле рыбы						
в сухом веществе, %	11,60	11,55	11,40	11,30	11,20	11,00
абсолютное, мг	89,3	110,4	141,0	318,0	436,0	557,0
Среднесуточный прирост азота, мг	1,4	1,7	2,7	3,7	3,4	
Азот, потребленный рыбой за сутки (отложенный + выделенный), мг	2,3	2,6	4,2	6,6	6,7	
Потребность рыбы в азоте в сутки	2,7	3,1	5,1	8,1	8,3	
Суточный пищевой рацион						
в мг	108,0	128,0	204,0	324,0	332,0	
в % от веса тела	2,9	2,7	2,3	2,4	1,4	

Рассчитанные методом балансовых опытов величины суточных рационов молоди во втором и третьем вариантах были ниже, чем на контрольной кормовой смеси: для 14—19-граммовых годовиков — 1,9 (на крилевой смеси) и 1,4 (на смешанном рационе) (табл. 5 и 6). При этом величины среднесуточных приростов азота в теле годовиков были высокие: 3,4—4,3 по сравнению с 1,1—2,8 мг/азота в сутки у контрольной группы. Это говорит о целесообразности крилевых добавок в корм стальноголового лосося. Так, для рыб весом свыше 10 г суточные нормы на крилевом рационе составляли 302—305 мг (см. табл. 5), на смешанном — 324—332 мг, на контрольном — 350—380 мг. Коэффициент K_2 (Ивлев, 1962) для этих трех вариантов соответствовал 4,5, 5 и 3%. Таким образом, коэффициент эффективности использования пищи на рост при потреблении рационов, основу которых составляет криль в 1,5 раза выше, чем на контрольном, обычно применяемом на наших форелевых хозяйствах, корме.

Это, несомненно, определяется как более высокой калорийностью крилевой пасты, так и более высокой фактической усвояемостью и полноценностью белков криля.

Можно отметить, что в начале применения рациона, основанного, главным образом, на крилевой пасте, величины среднесуточного прироста азота низкие (табл. 5). Отметим, что и общая величина коэффициента K_2 на этом рационе также ниже, чем на смешанном (4,5 и 5%). Ясно, что и с физиологической, и с экономической точки зрения рационы, в которых добавками служат беспозвоночные, рациональны.

Таблица 5

Пищевые рационы стальноголового лосося, выращенного на крилевом корме, по данным балансовых опытов на ЧФХ (февраль — август 1970 г.)

Показатели	Дата					
	3/II	17/II	3/III	6/V	6/VI	6/VII
Средний вес подопытных рыб, мг	2400	3020	3350	10700	14500	17100
Содержание сухого вещества в их теле, %	20,0	22,0	23,0	24,2	25,2	26,9
Азот, мг в сутки на одну рыбу						
эскретов	1,002	1,144	1,350	3,125	4,770	5,270
эскрементов	0,026	0,030	0,042	0,056	0,060	0,070
Содержание азота в теле рыбы						
в сухом веществе, %	11,60	11,40	11,27	10,80	10,80	10,50
абсолютное, мг	63,0	76,0	90,5	268,0	397,0	493,0
Среднесуточный прирост азота, мг		0,89	1,07	3,40	4,30	3,10
Азот, потребленный рыбой за сутки (усвоенный + выделенный), мг		2,02	2,31	5,68	8,30	8,18
Потребность рыбы в азоте в сутки, мг		2,52	2,94	7,10	10,38	10,23
Суточный пищевой рацион						
в мг	74,0	86,0	208,7	305,0	302,0	
в % от веса тела	2,7	2,6	2,9	2,4	1,9	

Темп роста стальноголового лосося в условиях низких и постоянных температур реки Черной — низок. За период восьмимесячного выращивания с февраля до октября среднесуточные приросты годовиков в контроле были 0,6, на смешанном рационе 0,7, на крилевом рационе — 0,6%. К концу весеннего выращивания (6.V) годовики лосося на контрольном рационе достигли в среднем 8,8 г, на смешанном рационе 11 г, на крилевом 10,7 г. К началу октября средний вес двухлетков в этих трех партиях был соответственно: 20, 32 и 26 г при общей смертности 24, 16 и 25%.

Рыба, получавшая в своем рационе криль как в смеси, так и в чистом виде, своей окраской резко отличалась от контрольной. У нее были яркие плавники и боковая линия. Видимо это вызвано выходом на поверхность каратиноидных пигментов, в большом количестве содержащихся в криле.

Важнейшим показателем качества выращиваемой молоди лососевых рыб является химический состав ее тела (табл. 6). В настоящее время во многих работах показаны различия в химическом составе тела лососевых из естественных водоемов и выращенных в рыбопитомниках (Love, 1970; Phillips et al., 1970). Вуд и Язутакэ (Wood, Yasutake et al., 1956) показали, что соотношение «белок : жир : зола» для лососевых рыб, выращенных на искусственных кормах, равно: 68:22:10, а для рыб того же возраста из естественных водоемов — 75:13:12.

Таблица 6

Химический состав тела стальноголового лосося, выращенного на трех рационах (февраль — сентябрь 1970 г.)

Даты	Средний вес рыб, мг	Содержание сухого вещества в теле, %	Содержание в сухом веществе, %		
			протеина	жира	зслы
Контрольный вариант					
3/II	2450	20,7	72,8	11,5	12,9
3/III	3450	22,0	71,9	14,0	11,2
6/V	8800	23,2	70,6	17,1	10,5
6/VII	15400	25,4	68,8	20,6	10,1
6/X	20000	—	—	—	—
Смешанный корм					
3/II	3390	23,0	72,6	13,0	11,2
3/III	5200	24,0	71,1	15,2	10,9
6/V	11000	25,7	70,6	18,5	9,5
6/VII	20200	27,5	67,5	23,2	8,6
6/X	32000	—	—	—	—
Крилевый корм					
3/II	2450	22,0	72,5	12,9	12,9
3/III	3450	23,0	70,4	20,8	9,5
6/V	10700	24,2	67,5	23,8	9,0
6/VII	17400	27,1	65,6	27,1	8,0
6/X	26000	—	—	—	—

Как видно из табл. 6, на контрольном и смешанном рационах содержание жира и белка близки к стандартным величинам для американских лососевых и форелевых хозяйств (Leitritz, 1963).

При выращивании на крилевом рационе содержание белка в теле молоди лосося низкое (65,6%), а содержание жира — ненормально высокое (27,1%), потому что содержание жира в пасте криля достигает 8—9%, т. е. превышает норму содержания жира в рационе лососей (Лейтритц, 1963).

Повышенная смертность молоди в этом варианте опытов также, несомненно, связана с обменными нарушениями. По содержанию сухого вещества, белка и жира в теле физиологически наиболее полноценны рыбы, выращенные на смешанном рационе с 35-процентной добавкой крилевой пасты (см. табл. 6). Это подтверждает и низкий процент смертности в этой группе за период выращивания (16%).

Анализируя данные по суточным рационам, можно отметить, что добавление крилевой пасты в рационы стимулирует рост и повышает выживаемость молоди стальноголового лосося. При этом снижаются кормовые коэффициенты.

ВЫВОДЫ

1. Суточные пищевые рационы в ходе выращивания сеголетков и годовиков стальноголового лосося в условиях ЧФХ снижаются от 7 до 2—3% от веса тела. Низкие суточные рационы свидетельствуют о том, что в условиях постоянных и низких температур реки Черной пищевые потребности молоди лосося низкие. В соответствии с этим понижен и темп роста.

2. Величина суточных количеств потребляемой пищи зависит от состава кормовых смесей: суточные рационы сеголетков и годовиков, выросших на кормовых смесях, содержащих от 35 до 75% пасты криля, были в 1,5—2 раза ниже, а коэффициенты использования пищи на рост выше, чем у рыб из контрольного варианта, выросших в основном на селезенке.

3. Включение в состав рациона молоди стальноголового лосося пасты криля в качестве дополнительного компонента стимулирует весовой рост молоди, вызывает улучшение физиологического состояния и в конечном счете повышает выживаемость выращиваемой молоди.

ЛИТЕРАТУРА

Богданов А. С., Дорошев С. И. и Карпевич А. Ф. Опытная перевозка *Salmo gairdneri* и *Morone saxatilis* из США для акклиматизации в водоемах СССР. «Вопросы ихтиологии». Т. 7. Вып. 1, 1967.

Богданов А. С. и Дорошев С. И. Результаты исследований ВНИРО в области транскеанической акклиматизации рыб. Тр. ВНИРО. Т. 84, 1971.

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

Ивлев В. С. Метод вычисления количества пищи, потребляемой растущей рыбой. Лимнологической станции в Косино. Вып. 18, 1934.

Ивлев В. С. Метод вычисления количества пищи потребляемой растущей рыбой. Тр. VII научн. конференции по изучению водоемов Прибалтики, 1962.

Карзинкин Г. С. и Кривобок М. Н. Методика постановки балансовых опытов по изучению обмена азота у рыб. Руководство по методике исследований физиологии рыб. 1962.

Канидьева А. Н. Опыт выращивания лососевых в Японии. Мировое рыболовство, № 5. ЦНИИТЭИРХ, 1969.

Строганов Н. С. Методики определения дыхания у рыб. Руководство по методике исследований физиологии рыб. М., 1962.

Шатуновский М. И., Агрба М. А. и Котова Н. И. Перевозка и выращивание стальноголового лосося в СССР. Тр. ВНИРО. Т. 76, 1970.

Leitritz, E. Trout and salmon culture. Fish. Bull. No. 107, 1963.

Löve, R. M. The chemical biology of fishes. Acad. Press, 1970.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ
Труды ВНИРО, том LXXXV «Вопросы физиологии рыб».

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
9	15-ая сверху	Musqurnus	Misgurnus
10	17-ая сверху	$n \cdot 10^{-4}$	$n \cdot 10^{-11}$
10	22-ая сверху	Cr ⁹⁰	Sr ⁹⁰
10	25-ая сверху	$1,4 \cdot 10^{-10}, 1,4 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-10}, 1,4 \cdot 10^{-8}, 1,4 \cdot 10^{-6}$
28	Таблица	Cr ¹³⁷	Cs ¹³⁷
60	Таблица 5	г/кг веса рыбы (P)	мг/кг веса рыбы (P)
108	11-ая снизу	$N = (10_n (\lg N_N - \lg N_o) - 1) \cdot 100$	$N = (10 \frac{1}{n} (\lg N_N - \lg N_o) - 1) \cdot 100$
115	21-ая снизу	sakatitis	saxatitis
117	Название статьи	NOTOTENIA	NOTOTHENIA
119	3-я снизу	negleta	neglecta
126	21-ая снизу	antartcum	antarcticum
126	19-ая снизу	gibberibrons	gibberifrons
127	19-ая снизу	жизнестойкое и потомство	жизнестойкое потомство
148	19-ая снизу	(Vallas)	(Pallas)
148	13-ая снизу	Oncorhynchus	Oncorhynchus
148	10-ая снизу	O. mason	O. masu
139	17-ая сверху	сирмана устанавливали на ры- бах, пойманных за 1—2 су- ток до опыта	стандартного обмена
149	Таблица, послед- няя строка	+ + по данным 1962	O. rhodurus + + по данным Hikita, 1962
151	10-ая сверху	Oncorhynchis	Oncorhynchus
152	16-ая сверху	(Baalsrood)	(Baalsrud, 1956)