

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СЕВРЮГИ

Канд. биол. наук М. Н. Кривобок

Введение

Предварительные опыты Куринского экспериментального рыбозавода и Саратовской научной рыбохозяйственной станции показали полную возможность выращивания молоди осетровых на естественных кормах, в полупроизводственных масштабах. При соблюдении рыбоводных норм и соответствующем уходе, даже на ранних стадиях, гибель молоди составляет сравнительно небольшой процент, а интенсивность ее роста, по данным Чаликова (14), значительно превосходит таковой в естественных условиях.

При переходе к производственным масштабам, т. е. при выращивании многих миллионов голов осетровых, придется иметь дело с массовым получением живого корма. Этот вопрос настолько сам по себе сложен, что превращается в целую проблему, для разрешения которой потребуются создание специальных подсобных предприятий, что значительно усложнит и удорожит выращивание молоди осетровых.

Дело в том, что разведение *Cladosega*, одного из основных кормов молоди осетровых, находится в большой зависимости от гидрометеорологических условий. Уже при незначительном отклонении этих условий от оптимума биомасса и численность разводимых рачков может резко сократиться.

В связи с этим встал вопрос о подыскании таких искусственных кормов для выращивания молоди осетровых, которые по своим пищевым качествам не уступали бы естественным, могли быть применены для выращивания рыб, начиная с самых ранних стадий, были дешевы и легко доступны.

На Банковском экспериментальном рыбоводном заводе Ю. Д. Львов (9) и В. В. Мильштейн (11) ставили опыты по применению для молоди севрюги с 6—7-дневного возраста, после начала самостоятельного питания, икры и фарша из мяса частиковых рыб с небольшой примесью живого корма. Однако эти опыты не увенчались успехом. Рыбы плохо ели корм, теряли в весе и частично погибали. Эти опыты, только с большей тщательностью, были повторены в 1939—1940 гг. Б. С. Чаликовым (15) на Саратовской научной рыбохозяйственной станции. Они подтвердили непригодность использования в чистом виде мяса и икры для выращивания молоди севрюги.

Вопросами выращивания молоди осетровых занимались и лаборатория физиологии ВНИРО — Г. С. Карзинкин и М. Р. Сараева (4, 6, 7, 12). В качестве искусственного корма для выращивания молоди севрюги семимесячного возраста, весом 11—12 г, указанные авторы применяли рыбную муку, а в качестве естественного корма — мотыль (*Chironomus*). Было выяснено, что лососевая мука непригодна для выращивания. В опытах же с тюлевой ароматизированной мукой, которая со-

ставляла 75% кормовой дачи¹, молодь севрюги росла так же хорошо, как и на одном естественном корме. В тех же случаях, когда кормовая дача целиком состояла из одной тюлевой муки, рост рыбы прекращался и наблюдалось некоторое уменьшение веса.

В настоящей работе мы даем описание физиологической стороны опытов по выращиванию молоди севрюги на искусственном корме, проведенных Б. С. Чаликовым летом 1939 г. на Саратовской научной рыбохозяйственной станции.

Методика

Указанные опыты были проведены летом 1939 г. с молодь севрюги в возрасте одного месяца. Кормом для рыб служило пропущенное через мясорубку мясо частичковых рыб, даваемое севрюжатам в различном сочетании с живым кормом *Daphnia magna*. Рыбы содержались в проточных аквариумах объемом 345 л каждый. Вода поступала в аквариумы из дехлораторов и ее расход был равен в среднем 0,53 л в минуту. Температура воды в период опыта, продолжавшегося один месяц, колебалась в пределах от 21 до 18°.

Всего в опыте участвовало 5 групп рыб, размещенных в пяти аквариумах по 300 шт. в каждом, при средней плотности посадки — одна рыба на литр воды.

Первая группа	рыб	получала	100%	живого	корма	и	0%	мяса
Вторая	"	"	75%	"	"	"	25%	"
Третья	"	"	50%	"	"	"	50%	"
Четвертая	"	"	25%	"	"	"	75%	"
Пятая	"	"	0%	"	"	"	100%	"

Корм в равных дозах давался два раза в сутки, утром и вечером, из расчета 1266 мг на 1 г веса рыбы².

В процессе выращивания нами была определена величина пищевого рациона севрюги как путем непосредственного учета количества съеданного рыбами корма, так и путем балансовых опытов по азотистому обмену отдельных опытных групп. Этот метод определения величины пищевого рациона у рыб был впервые описан в 1937 г. (10). В дальнейшем он неоднократно применялся Г. С. Карзинкиным (6, 7), В. С. Ивлевым (3) и М. Н. Кривобок (8). Этим путем можно не только весьма точно определить величину рациона рыб, но также учесть особенности роста рыбы на различных кормах и при различных рационах.

Определялась также скорость прохождения пищи через кишечник севрюги.

Величина пищевых рационов и продолжительность прохождения пищи через желудочно-кишечный тракт

В процессе выращивания молоди севрюги нами, путем непосредственного наблюдения и учета количества потребляемого корма, были определены величины суточного рациона при избыточном кормлении жи-

¹ 25% составлял живой корм *Chironomus plumosus*.

² Рыбоводы исходили из расчета суточной дачи корма, равной двойному весу опытных рыб (200%). Однако, как показали наблюдения Г. С. Карзинкина (6), взвешиваемый ими живой корм содержал излишек воды, количество которой по отношению к рыбоводной навеске составляло 36,7%.

выми кормами *Daphnia magna* и *Daphnia pulex*. Опыты проводились с шестью рыбами. Каждая рыба помещалась в отдельный кристаллизатор с одним литром воды и получала считанное количество *Daphnia magna*. Температура воды во время опыта равнялась 20°.

По окончании опыта, который продолжался 6 часов, по разнице между заданным и оставшимся количеством дафний, определялось число съеденных. Зная, что средний вес одной дафнии равен 2,8 мг, мы, путем пересчета на 24 часа, вычисляли величину суточного рациона каждой рыбы (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Величина суточного рациона молоди севрюги при кормлении ее *Daphnia magna*

Вес опытных рыб (в мг)	Дано корма (в шт.)	Съедено за 6 часов		Суточный рацион	
		в шт.	в мг	в мг	в % к весу тела
730	120	30	84,0	336,0	46,0
640	120	50	140,0	560,0	87,3
760	120	44	123,2	492,8	64,9
770	120	56	156,8	627,2	81,4
720	120	43	120,4	481,6	66,9
700	120	64	179,2	716,8	124,0
В среднем 720	120	48	134,4	537,6	74,6

Из табл. 1 видно, что величина рациона отдельных рыб колеблется в пределах от 46,0 до 124,0% веса тела, а в среднем по всем шести рыбам она составляет 74,6%.

При пересчете результатов шестичасового кормления на 24 часа, для получения суточного рациона севрюги, мы исходили из данных С. Г. Свиренко (13), что молодь питается круглые сутки. Однако это положение требовало проверки, для чего были проведены опыты по изучению изменения ритма суточного питания рыб, участвовавших в предыдущем опыте. На этот раз в качестве корма была использована *Daphnia pulex*, которую рыбы потребляли охотнее, чем *Daphnia magna*. Техническая сторона опыта была такой же, как и раньше, но для того, чтобы выявить суточные колебания в интенсивности питания, он проводился со следующими изменениями. Каждая рыба кормилась считанным кормом в течение 3 часов, затем наступал 3-часовой перерыв, на время которого рыба отсаживалась в другой аквариум с обильным кормом. Таким образом, в течение суток было проведено четыре 3-х часовые наблюдения, которые чередовались 3-х часовыми перерывами, когда рыбы кормились без счета. Полученные таким образом результаты дают картину суточного питания молоди севрюги. Знание последнего позволяет получить вполне точные величины суточного рациона.

Раньше, чем переходить к рассмотрению результатов, следует отметить, что в первой серии опытов—с 13 по 16 часов—кормом служила *Daphnia pulex*, средний вес одного экземпляра которой был равен 0,28 мг, во всех остальных опытах средний вес дафнии составлял 0,38 мг.

Средняя величина суточного рациона у всех шести рыб составляла 53% от веса их тела. Обращает внимание то обстоятельство, что величины рационов отдельных рыб весьма мало отличаются друг от друга и разница между крайними величинами не превышает 4,9%. Это объясняется тем, что значительные различия, которые наблюдались в величине суточного рациона рыб при их кормлении *Daphnia magna*, вызыва-

лись крупными размерами этих дафний, вследствие чего не все рыбы потребляли их одинаково охотно.

Таблица 2

Величина суточного рациона молоди севрюги при кормлении ее *Daphnia pulex*

Время опыта	13—16 час.		19—22 час.		1—4 час.		7—10 час.		Суточный рацион	
	число съеденных дафний	вес дафний (в мг)	число съеденных дафний	вес дафний (в мг)	число съеденных дафний	вес дафний (в мг)	число съеденных дафний	вес дафний (в мг)	кг	в % к весу тела
730	117	32,8	157	59,7	143	54,3	117	44,5	382,6	52,4
640	134	27,5	150	57,0	96	36,5	121	46,0	354,0	55,3
760	133	37,2	156	59,3	100	38,0	151	57,4	383,8	50,5
770	150	42,0	166	63,1	94	35,7	150	57,0	395,6	50,0
720	148	41,4	164	62,3	96	37,6	144	54,7	392,0	54,4
700	158	44,2	143	54,3	117	44,5	130	49,4	384,8	54,9
Среднее										
720	140	39,2	156	59,3	108	41,1	135	52	382,1	53,0

Из табл. 2 видно, что хотя молодь в наших опытах питалась круглые сутки, но не все время одинаково интенсивно. У нее наблюдались два максимума — в утренние и вечерние часы, сменяющиеся периодами более замедленного питания — ночью и днем. Потребление пищи в течение суток распределяется следующим образом (в %):

утро 27,3%
 день 20,5%
 вечер 31,2%
 ночь 21,5%

Всего за сутки—100%

Таким образом, разница между максимальным потреблением корма в вечерние часы и минимальным в дневные составляет только 10,7% по отношению к общей величине суточного рациона. Если же сравнивать между собою абсолютные величины потребления корма днем и вечером, то в этом случае вечернее потребление пищи превышает дневное на 51%.

Наблюдаемое понижение потребления корма ночью объясняется ритмом питания, а не степенью освещения. Это подтверждается дополнительными проведенными двумя параллельными трехчасовыми опытами кормления рыб: в полной темноте и при ярком электрическом освещении. Опыты эти показали, что рыбы со средним весом в 720 мг при освещении за три часа съедали 42 мг дафний, а в темноте — 40 мг.

Одновременно велись наблюдения над продолжительностью прохождения *Daphnia pulex* через пищеварительный тракт тех же рыб, определяемой методом прокладок.

В процессе кормления дафниями каждая рыба получала по одной голове *Chironomus plumosus*, причем точно учитывалось время заглатывания этого корма, а затем время выхода. Давать рыбам целую личинку было нельзя, потому что она по своей величине могла бы изменить перистальтику пищеварительного тракта. После констатации вы-

хода прокладки рыбе давалась следующая, и этот опыт повторялся от двух до трех раз. В результате было установлено, что продолжительность прохождения прокладки у отдельных рыб колеблется от 3 часов 40 мин. до 6 час. 05 мин., в среднем — 4 часа 52 мин. (табл. 3). Следовательно кишечник севрюги может наполняться, а затем опорожняться от 4 до 5 раз в течение суток.

Таблица 3

Продолжительность прохождения прокладки через кишечник севрюги при корме *Daphnia pulex*

Вес опытных рыб (в мг)	Продолжительность прохождения			Средняя продолжительность
	прокладка 1	прокладка 2	прокладка 3	
730	4 ч. 30 м.	5 ч. 30 м.	4 ч. 30 м.	4 ч. 50 м.
640	4 ч. 00 м.	4 ч. 30 м.	5 ч. 15 м.	4 ч. 35 м.
760	4 ч. 55 м.	4 ч. 45 м.	—	4 ч. 50 м.
770	5 ч. 40 м.	6 ч. 05 м.	5 ч. 00 м.	5 ч. 25 м.
720	3 ч. 40 м.	5 ч. 10 м.	4 ч. 20 м.	4 ч. 25 м.
700	4 ч. 45 м.	5 ч. 25 м.	—	5 ч. 05 м.
Среднее 720				4 ч. 52 м.

На основании этих данных можно говорить о целесообразности разбивки суточной кормовой дачи севрюги на 4—5 частей. Это позволит более рационально использовать корм, так как при единовременной даче больших порций корма последний в значительной своей части погибает и не используется рыбами. Кроме того, дачи больших порций корма резко ухудшают кислородный режим бассейнов, что может пагубно отразиться на выращиваемой молоди.

Опыты по установлению величины азотистого обмена

Опыты по выращиванию севрюги при различном сочетании естественного и искусственного корма были начаты 16 августа. Материал был взят однородный, но средние веса рыб отдельных опытных групп с самого начала несколько отличались одни от других, колеблясь от 620 мг (3 группа) до 500 мг (4 группа). Опыты по азотистому обмену были начаты 26 августа, т. е. спустя 10 дней. Как видно из табл. 4, к этому времени уже наблюдалось довольно значительное расхождение в средних весах отдельных опытных групп. Наибольший прирост дала первая группа, а у рыб последней, пятой, группы наблюдалось уменьшение веса.

Таблица 4

Прирост веса тела подопытных севрюг с 16.VIII по 16.IX

№ аквариума	Средний вес 16.VIII	Средний вес 26.VIII	Средний вес 16.IX	Прирост в весе с 16.VIII по 26.VIII		Прирост в весе с 26.VIII по 16.IX		Общий прирост с 16.VIII по 16.IX	
	(в мг)	(в мг)	(в мг)	(в мг)	(в %)	(в мг)	(в %)	(в мг)	(в %)
I	520	1110	2460	590	113,4	1350	121,6	1940	373,0
II	590	940	1230	350	59,3	290	30,8	640	108,4
III	620	990	1110	370	59,7	120	10,8	490	79,0
IV	500	670	700	170	34,0	30	4,6	200	40,0
V	550	500	390	—50	—9,0	—110	—22,0	—160	—29,0

По окончании опыта, т. е. 16 сентября, первая группа рыб, получавшая исключительно живой корм, за месяц увеличилась в весе на 373%. У рыб, находившихся на смешанном питании (вторая, третья, четвертая группы), интенсивность прироста уменьшалась пропорционально уменьшению дачи живого корма. Пятая группа рыб, получавшая только одно мясо, уменьшилась в весе на 29,0%, причем к концу опыта началась массовая гибель рыб этой группы, что совершенно не наблюдалось в других аквариумах.

Произведенный нами 26 августа анализ показал, что содержание воды в теле рыб из отдельных опытных групп различно; различие это к 16 сентября еще больше усилилось.

Таблица 5

Средний сухой вес подопытных севрюг и содержание воды в их теле

№ аквариума	Средний сухой вес 26.VIII (в мг)	Содержание воды 26.VIII (в %)	Средний сухой вес 16.IX (в мг)	Содержание воды 16.IX (в %)	Прирост сухого вещества	
					(в мг)	(в %)
I	159	85,7	352	85,7	193	121,6
II	126	86,6	166	86,5	40	32,2
III	125	87,4	142	87,2	17	13,6
IV	78	88,3	81	88,5	3	3,9
V	55	89,0	40	89,7	-15	-27,3

Из табл. 5 видно, что у рыб первой группы содержание воды было равно 85,7% и оставалось неизменным в течение всего опыта. Наибольшее содержание воды наблюдалось у рыб пятой группы — 89,7%.

Зная содержание воды в теле рыб, можно вычислить для каждой группы средний сухой вес и величину прироста сухого вещества (табл. 5).

Как по содержанию воды, так и по содержанию азота рыбы отдельных групп значительно отличались друг от друга. Это различие усилилось к концу опыта, когда содержание азота, выраженное в % от сухого вещества, колебалось от 12,0% (у первой группы) до 11,5% (у пятой).

Приводим данные о среднем содержании азота в теле опытных рыб, необходимые нам для вычисления азотистого баланса (табл. 6).

Таблица 6

Содержание азота в теле севрюги в % от сухого вещества

№ аквариума	Содержание азота 26.VIII		Содержание азота 16.IX		Прирост азота с 26.VIII по 16.IX	
	(в %) от сух. вещ.	(в мг)	(в %) от сух. вещ.	(в мг)	(в %)	(в мг)
I	12,0	19,08	11,8	41,54	117,7	22,46
II	11,8	14,87	11,7	19,42	30,5	4,55
III	11,8	14,75	11,6	16,47	11,6	1,72
IV	11,7	9,12	11,3	9,15	0,3	0,03
V	11,5	6,32	11,1	4,4	-29,7	-1,88

Помимо количества азота, отложившегося в теле рыбы, нам для получения полной картины величины обмена азотом необходимо также знать то количество азота, которое выделяется организмом в экскрементах и с конечными продуктами белкового обмена. Для выяснения этого

были проведены две серии опытов: 26 августа при температуре 21° и 16 сентября при температуре 18°.

Полученные результаты показали, что у рыб каждой опытной группы количество выделяемого азота в течение суток хотя и колеблется, но в этих колебаниях не заметна какая-либо закономерность. Поэтому мы ограничиваемся приведением по каждой серии опытов только среднего количества выделяемого азота в экскрементах и в конечных продуктах белкового обмена за 3 часа на 1 г веса тела рыбы (табл. 7).

Таблица 7

Количество азота экскрементов и конечных продуктов белкового обмена выделяемое на 1 г веса тела

№ аквариума	Среднее выделение азота за 3 часа (в мг)		Общее количество выделенного азота с 26.VIII по 16.IX на 1 г
	26.VIII	16.IX	
I	0,352	0,255	50 988
II	0,346	0,192	45 192
III	0,352	0,093	37 380
IV	0,290	0,184	39 816
V	0,254	0,231	40 740

Из табл. 7 видно, что выделение азота 16 сентября уменьшилось по сравнению с 26 августа. Это уменьшение может быть объяснено понижением интенсивности обмена в связи с увеличением размера и возраста рыб. С другой стороны, это было вызвано падением температуры воды в аквариумах.

В первой серии опытов (26. VIII) наиболее интенсивное выделение азота наблюдалось у рыб первых трех групп, причем оно было приблизительно одинаковым; у пятой группы оно было наименьшим.

Во второй серии опытов (16. IX) количество выделяемого азота постепенно уменьшается от первой до третьей группы, у которой оно достигает минимальной величины — 0,093 мг. У двух последующих групп — четвертой и пятой — количество выделяемого азота снова заметно возрастает. Этому может быть дано следующее объяснение. Поскольку у рыб от первой до третьей группы наблюдается постепенное уменьшение весового прироста, то это находит свое отражение и в интенсивности выделения азота конечных продуктов обмена. Увеличение выделения азота у рыб четвертой и пятой групп происходит в результате голодания. Правда, у рыб четвертой группы в период с 26. VIII, по 16. IX наблюдается некоторое увеличение веса и прироста азота. Однако, если мы рассмотрим таблицу 6 в работе Б. Г. Чаликова, помещенной в настоящем сборнике, в которой дается более подробная картина роста этих опытных групп, то увидим, что у рыб четвертой группы, начиная с 26. VIII, в течение первых 10 дней наблюдается увеличение в весе с 670 до 730 мг, а в течение следующих 10 дней, т. е. с 6 по 16.IX, их вес снова уменьшается до 700 мг. Это обстоятельство может служить подтверждением того факта, что наблюдаемое у рыб четвертой группы увеличение выделения азота в пробе от 16. IX следует отнести только за счет их голодания.

Зная, с одной стороны, количество азота, которое было выделено моллюком севрюги в экскрементах и с конечными продуктами белкового обмена, а с другой, то его количество, которое отложилось в теле рыб за время опыта, можно вычислить величину азотистого рациона рыб отдельных опытных групп. Так как средние размеры рыб отдельных групп

к концу опыта значительно отличались друг от друга, то для удобства сравнения все вычисления произведены нами на единицу веса — 1 грамм за одни сутки (табл. 8).

Таблица 8

Суточный азотистый баланс и рацион севрюги в мг на 1 грамм веса тела

№ аквариума	Выделено азота	Отложено азота в теле	Азотистый баланс	Азотистый рацион
I	2,428	0,599	3,027	3,027
II	2,152	0,200	2,352	2,352
III	1,780	0,080	1,860	1,860
IV	1,896	0,002	1,898	1,898
V	1,940	-0,200	1,940	1,740

Из табл. 8 мы видим, что у первых двух групп количество выделяемого и откладываемого в теле азота относительно очень высокое. У третьей группы обе эти величины намного меньше. Последние две группы по количеству выделяемого азота очень близки к третьей, но у четвертой группы количество откладываемого в теле азота совершенно ничтожно, а у пятой имеет место значительная ежесуточная потеря азота тела. Таким образом, с точки зрения азотистого обмена первые три группы рыб, у которых количество поступающего в тело азота превышает количество выделяемого, можно характеризовать как обладающих положительным азотистым балансом. Четвертую группу с ничтожной величиной прироста азота, который в 300 раз меньше, чем у первой группы, можно характеризовать как находящуюся в состоянии азотистого равновесия, т. е. таком, когда количество потребляемого с кормом азота равно количеству выделяемого. Что касается последней, пятой, группы, с явным преобладанием количества выделяемого азота над потребляемым, то здесь азотистый баланс будет отрицательным.

Переходя к рассмотрению количества азота, потребленного рыбами вместе с кормом, мы видим, что его величина постепенно снижается от первой до пятой группы. Определив азотистый рацион рыб отдельных опытных групп и зная процент азота в получаемых ими кормах, можно сделать пересчет величины азотистого рациона на вес съеденного корма.

Как уже было сказано выше, в качестве живого корма служила *Daphnia magna*, которая, по данным М. А. Кастаньской, имела средний сырой вес 2,902 мг, содержала 94,4% воды и 7,16% азота, вычисленного по отношению к сухому весу тела. Для искусственного корма, а именно мяса частичковых рыб, которым кормились севрюжата, мы, на основании проведенных анализов, установили, что в среднем оно содержало 77,5% воды и 11,5% азота. Для удобства рассмотрения, как и в предыдущем опыте, мы даем величину пищевого рациона, вычисленную на 1 г веса тела за одни сутки (табл. 9).

При определении величины пищевого рациона у второй—четвертой опытных групп нам одновременно приходилось иметь дело с двумя видами корма, а именно: с живыми дафниями и мясом рыб. Путем непосредственного наблюдения очень трудно установить соотношение этих двух кормов в пище севрюги. Поэтому при разрешении вопроса мы исходили из следующих соображений. Как показали наблюдения дафнии по сравнению с мясом, являются более излюбленным кормом и поедаются молодью севрюги в первую очередь. Мясо же по существу надо рассматривать как «вынужденный» корм, потребляемый рыбами при недостатке живого корма. Поэтому при определении величины пищевого рациона при смешанном корме мы условно принимаем, что рыбы в пер-

Суточный пищевой рацион севрюги в мг на 1 г веса тела

№ аквариума	Дано живого корма	Дано рыбного мяса	Съедено живого корма	Съедено мяса	Суточный рацион (в %)
I	1266	—	755	—	75,5
II	949	316	586	—	58,6
III	633	633	464	—	46,4
IV	316	949	316	15	33,1
V	—	1266	—	67	6,7

вую очередь поедают живой корм и переходят на питание мясом только после того, как первый будет полностью исчерпан.

Как видно из табл. 9, у первой группы рыб, получившей в сутки на единицу веса тела 1266 мг дафний, суточный рацион был равен 755 мг. У второй группы рыб величина суточной дачи живого корма была снижена на 25%, и равнялась 949 мг. Это уменьшение дачи вызвало понижение пищевого рациона до 586 мг, т. е. на 24,8% по сравнению с первой группой. У третьей группы, получившей 50% живого корма (633 мг), величина суточного рациона падает до 465 мг, т. е. по сравнению с первой группой уменьшается на 40,3%.

Количество живого корма, получаемого четвертой группой, равно 316 мг (25%). Если даже допустить, что рыбы могли бы целиком его использовать, и тогда этого количества было бы недостаточно для покрытия всех потребностей их организма. Поэтому в силу необходимости молсдь севрюги в качестве дополнительного корма использует предлагаемое ей мясо, съедая 15 мг за сутки на 1 г живого веса. Суточный рацион пятой группы, совершенно не получавшей живого корма, был равен 67 мг. Несмотря на то, что мясо давалось рыбам в избытке, оно поедалось в весьма ограниченном количестве, и величина суточного рациона составляла только 7,0% от веса тела.

Сравнивая величину пищевого рациона, полученную на основе установленного азотистого обмена для первой группы (75% от веса тела), с полученной путем непосредственного учета съеденного корма (74,6% от веса тела), мы видим, что обе эти величины очень близки между собой. Поскольку они были получены совершенно различными методами, это, с одной стороны, указывает на правильность полученных данных, а, с другой стороны, говорит о достаточной точности применяемых методов.

В наших опытах молодь севрюги кормилась *Daphnia magna*. Но при выращивании осетровых используются также и другие виды животных, например, *Daphnia pulex*, *Moina*, различные *Seripoda* и личинки *Chironomidae*. Зная содержание в них азота, мы можем произвести пересчет азотистого рациона севрюги, полученного нами при корме из *Daph. magna* на вес этих организмов. Это важно потому, что дает возможность видеть, как изменяется величина пищевого рациона в зависимости от употребляемого корма.

Производя пересчет, мы условно допускаем, что перевариваемость этих кормовых объектов совершенно одинаковая. На самом деле это не так. По данным Г. С. Карзинкина (5) и Е. А. Яблонской (16) перевариваемость *Cladocera* колеблется от 70 до 78%, в то время как у личинок *Chironomidae* она не ниже 86%. Кроме того, мы не принимаем во внимание различий в специфически динамическом действии этих кормов, заключающемся в том, что при кормлении рыб *Cladocera* количество выделяемого азота с конечными продуктами белкового обмена значительно

выше, чем при кормлении их личинками Chironomidae. Ниже мы приводим величины пищевых рационов для различных видов корма, при вычислении которых исходили из величины азотистого рациона севрюги на корме *Daphnia magna*. При этих расчетах нами использованы данные Г. С. Карзинкина (6) о содержании в этих организмах воды и азота.

Вид корма	Пищевой рацион (в мг)
<i>Daphnia magna</i>	755
<i>Daphnia pulex</i>	517
<i>Moina rectirostris</i>	398
<i>Cyclops sp.</i>	224
<i>Chironomus plumosus</i>	184

Сравнивая эти величины, мы видим, что при одинаковом содержании питательных веществ (в данном случае белка) величина пищевого рациона будет изменяться в пределах от 755 до 184 мг, в зависимости от того, будут ли в качестве корма использованы личинки *Chironomus plumosus* или *Daphnia magna*. К сожалению, мы не имели возможности опытным путем проверить полученные таким образом величины рационов для всех указанных пищевых организмов, за исключением *Daphnia pulex*.

Как говорилось ранее, при непосредственном учете съеденных дафний величина суточного рациона при корме из *Daph. pulex* составляла 53% от веса тела. Таким образом, мы видим, что полученная нами теоретическим путем величина рациона при корме *Daphnia pulex* отличается от действительной только на 1,3%. Почти полное совпадение этих двух величин подтверждает допустимость пересчета азотистого рациона, полученного при одном виде корма, на величину пищевого рациона при другом, но близком виде корма.

Влияние концентрации корма на интенсивность питания и рост севрюги

При проведении опыта нам пришлось столкнуться с вопросом влияния концентрации планктонного корма на интенсивность питания и рост севрюги. Для большей наглядности результаты наблюдений объединены в специальной таблице, причем количество корма, даваемое отдельным группам рыб, а также величины их пищевых рационов выражены не в абсолютных единицах, а в процентах.

Таблица 10

Влияние концентрации корма (дафнии) на интенсивность питания и рост севрюги

№ аквариума	Степень концентрации корма ¹ (в %)	Выедание корма в % от кормовой дачи	Относительная величина суточного рациона ² (в %)	Относительная величина весового прироста ³ (в %)
I	100	61,5	100	100
II	75	62,0	75,8	25,6
III	50	73,4	60,3	9,9

¹ За 100% принята концентрация корма в аквариуме № 1.

² За 100% принята величина суточного рациона в аквариуме № 1.

³ За 100% принят прирост рыб в аквариуме № 1.

При максимальной даче корма первой группе, обеспечивающей последней максимальный прирост во время опыта, степень потребления корма составляла только 61,5%. Поэтому, казалось бы, что уменьшение дачи корма до 75% у второй группы должно было вызвать только уменьшение остатка корма, а не отразиться на величине рациона. Однако отношение остатка к съеденному корму у этой группы осталось на прежнем уровне, т. е. процент выедания не изменился, что повлекло за собою снижение величины рациона до 75,8% и падение прироста до 25,6%. У третьей группы, получавшей только 50% живого корма, степень выедания последнего по сравнению с первыми двумя группами повышается на 12,0% и становится равной 73,4%. Но это повышение использования корма не компенсирует уменьшения величины дачи, что влечет за собою уменьшение суточного рациона до 60,3% и величины прироста — до 9,9%. Четвертая группа, с точки зрения использования корма, не представляет для нас интереса, так как величина дачи настолько мала, что рыба не может ею удовлетворить свои потребности и вынуждена прибегать к питанию искусственным кормом.

Таким образом, мы видим, что при уменьшении величины дачи корма вдвое (от первой до третьей группы) степень его выедания повышается только на 12,0%. Величина же рациона при этом снижается на 39,7%, а интенсивность прироста падает на 90,1%.

На слабое использование осетровыми планктонного корма, при низких его концентрациях, указывают А. Н. Державин (2), Г. С. Карзинкин (6) и Б. А. Чаликов (15). Последний автор в 1940 г. повторил опыты 1939 г. по выращиванию молоди севрюги на смешанном корме, состоящем из живого корма — *Daphnia magna* и искусственного — икры частиковых рыб. Из-за того, что севрюги ели икру хотя и плохо, но все же лучше, чем рыбный фарш в опытах 1939 г., отрицательная роль искусственного корма здесь выступает не столь резко. Все же у второй группы, которая получала 75% живого корма и 25% икры, величина весового прироста по сравнению с первой группой, получавшей один живой корм, снизилась на 47%.

Г. С. Карзинкиным (6) в 1940 г., были проведены специальные опыты для установления зависимости величины рациона от размеров кормовой дачи. Наблюдения проводились над севрюгами со средним весом 4,7 г, которые кормились *Soropoda*. Результаты показали, что при увеличении кормовой дачи с 12,9 до 47,2% (от веса тела) рацион соответственно возрастает с 6,0 до 15,2%. Последнюю величину автор считает предельной, так как дальнейшее увеличение кормовой дачи ее не изменяет. Эти наблюдения полностью совпадают с наблюдениями Чаликова (15), который, на основании своих опытов в 1939 г., приходит к выводу, что для севрюги весом 6,0 г ее максимальная величина рациона не превышает 16,2%.

Поскольку севрюга — типичная бентосоядная рыба, можно было бы предположить, что недоиспользование ею корма — следствие того, что в условиях опыта был использован планктон; это корм, не характерный для питания севрюги в естественных условиях, потребление его у нее вызывает затруднения вследствие устройства ротового аппарата.

В этом отношении для нас особый интерес представляют наблюдения Грезе (1), экспериментировавшего с сеголетком окуня, в этом возрасте еще типичной планктоноядной рыбой. Автор хотя и указывает на отдельные случаи полного выедания планктона окунем в условиях опыта, но все же приходит к заключению, что «размер потребления планктона в общем находится в зависимости от величины кормовой зарядки опытного аквариума». К такому выводу он приходит на основании того, что при уменьшении величины кормовой дачи в три раза степень его потребления или, как автор ее называет, «величина относительного потребления» возрастает всего только с 50% в первом случае до 66% во

втором, в то время как величина рациона снижается в 2,2 раза. На аналогичные явления в отношении молоди белорыбицы мы находим подробные указания у Г. С. Чаликова (15).

Таким образом, мы видим, что недоиспользование планктонного корма в аквариальных условиях наблюдается не только у молоди севрюги, но вообще, повидимому, в большей или меньшей степени свойственно всем рыбам. Отсюда можно сделать вывод, что даже в экспериментальных условиях при весьма ограниченных водных площадях и повышенных, по сравнению с природными условиями, концентрациях корма потребление последнего не является таким простым явлением, как то может показаться на первый взгляд.

Величина рациона зависит от величины кормовой дачи, а величина весового прироста при прочих равных условиях определяется величиной рациона. В наших опытах с севрюгой уменьшение рациона на 25% против первоначальной величины вызывает падение весового прироста у второй группы на 75%.

Для того, чтобы хотя приблизительно разобраться в причинах этого явления, вернемся к рассмотрению табл. 8, в которой приводятся данные по азотистому балансу. Из таблицы видно, что у рыб третьей группы отличающихся относительно незначительным приростом азота, количество выделяемого азота сравнительно с другими группами рыб наименьшее.

Если это количество азота, выделяемое рыбами третьей группы, мы пересчитаем на живой корм, то, получим величину, очень близкую к величине, которая в животноводческой практике носит название «поддерживающего корма» (такое количество корма, которое необходимо организму для поддержания своего тела в состоянии равновесия, в частности для поддержания постоянного веса). Термин «поддерживающий корм» в животноводстве обычно употребляется в отношении взрослых животных, рост и развитие которых уже полностью прекратились, а потому они без ущерба для себя могут долгое время находиться на подобном рационе. Для молоди рыб такой режим питания следует рассматривать как ненормальный, так как он неминуемо должен вызвать значительные нарушения в ее развитии. Поэтому, отнюдь не считая, что рыба может нормально существовать, получая только «поддерживающий корм», мы хотим, пользуясь понятием «поддерживающий корм», отделить ту часть рациона, которая расходуется на рост рыбы, от той, которая идет на поддержание организма.

Вычисленная вышеуказанным способом величина поддерживающего корма составит 440 мг (условимся считать ее более или менее постоянной для всех групп). Вычитая ее из общей величины рациона, мы получаем ту его часть, которую организм расходует на свой рост и процессы, связанные с ростом (табл. 11).

Таблица 11

Поддерживающий и продуцирующий корм севрюги в мг на 1 г веса тела

№ аквариума	Суточный рацион	Поддерживающий корм	Продуцирующий корм	Отношение продуцирующего корма к поддерживающему	Продуцирующий корм в % рациона
I	755	444	311	1:1,4	41,1
II	586	444	142	1:3,1	24,3
III	464	444	20	1:22,2	4,3

При сопоставлении величин «продуцирующего корма» прежде всего обращает на себя внимание тот факт, что даже у первой группы с наиболее интенсивным ростом этот корм составляет только 41% величины рациона и что к поддерживающему он относится как 1:1,4. Во второй группе это соотношение еще менее благоприятное. Здесь на рост расходуется только 24,3% рациона, а отношение продуцирующего к поддерживающему корму составит 1:3,1. У третьей группы почти вся потребляемая пища является «поддерживающей», и только 4,3% пищевого рациона расходуется на процессы, связанные с ростом.

Говоря о росте, следует коснуться вопроса эффективности выращивания молоди севрюги при различных рационах. Как было сказано выше, к моменту постановки опытов по азотистому обмену средний вес рыб первых трех групп был приблизительно одинаков и равнялся 1 г. На основании имеющегося материала мы совершенно точно можем вычислить то количество корма, которое требуется этим группам для получения 100%-ного прироста (табл. 12).

Таблица 12

Влияние концентрации корма (дафний) на эффективность выращивания севрюги

№ аквариума	Суточная дача дафний в мг, на 1 г веса тела	Весовой прирост в мг, на 1 г веса тела (за сутки)	Продолжительность выкармливания для получения прироста в 1 г в сутках	Количество корма, в г, [необходимое] для получения прироста в 1 г	Общая кормовая дача в г, для получения прироста в 1 г
I	1266	58	17,2	13,0	21,8
II	949	15	66,6	39,0	63,2
III	633	6	166,6	77,3	105,4

Из табл. 12 мы видим, что для того, чтобы достигнуть 2 г веса, первой группе необходимо 17 суток, в течение которых она съедает 13,0 г корма, при общей кормовой даче в 21,8 г. У рыб второй группы эти показатели утраиваются; у рыб же третьей группы для того, чтобы получить 100% прироста, необходимо затратить 167 суток, а общую величину рациона и кормовую дачу увеличить в пять раз по сравнению с первой группой. Таким образом, несмотря на большие размеры кормовой дачи первой группы, они компенсируются интенсивностью потребления корма и ростом рыбы. Это в конечном счете приводит к резкому сокращению срока выращивания и уменьшению общего количества корма, потребного для выращивания молоди севрюги до заданного размера. Практические выводы, которые можно из этого сделать, настолько ясны, что не требуют дальнейших пояснений.

Заклучение

Подводя итоги работы, можно сказать, что кормление севрюги мясом частиковых рыб не дало положительных результатов. Даже когда не было другого корма, кроме мяса, рыбы потребляли его очень плохо, голодали и в конечном счете погибали от голода. Несмотря на избыток мяса, они потребляли только 70 мг его на 1 г, что составляет всего лишь половину того количества пищи, которое они должны были бы съесть при этом виде корма.

Опыты М. Ф. Сараевой (12) показали чрезвычайно интересную особенность севрюги, заключающуюся в ее чувствительности к аромати-

ческим веществам. Прибавление такого ароматического вещества к корму, который обычно севрюга не ест, вызывает нормальное его потребление. Что касается роста севрюги при искусственном корме, то опыты Г. С. Карзинкина (7) показывают, что он бывает успешным только в том случае, когда помимо искусственного корма рыба получает некоторое количество живой пищи.

Первоначальная задача наших опытов заключалась в выращивании молоди севрюги, пищевой рацион которой состоял из различных количественных смесей естественного (дафнии) и искусственного кормов. Но поскольку рыбы очень плохо потребляли последний, эти опыты фактически дали картину роста севрюги при различной величине кормовой дачи живого корма.

Результаты опытов показали, что при максимальной кормовой рыбоводной навеске, равной двойному весу тела рыбы (первая группа) степень использования корма севрюгой в возрасте одного-двух месяцев составляет 61,5% при суточном рационе 75,5% и суточном весовом приросте 5,8%. У второй группы с кормовой рыбоводной навеской, равной полуторному весу рыбы, степень использования корма остается на прежнем уровне, а величина суточного рациона снижается до 58%, при суточном приросте 1,5%. У третьей группы с кормовой навеской, равной весу тела рыб, степень использования корма поднимается до 73%, при величине суточного рациона 46,5% и суточном приросте 0,6%. Наконец, у четвертой группы, у которой кормовая дача равна половине веса тела рыб, величина рациона составляет 33%, при полном отсутствии роста.

Таким образом, в наших опытах лучшим ростом обладали рыбы, получившие максимальное количество корма. Поскольку наблюдений за ростом рыб при более повышенных концентрациях корма не производилось, то мы можем говорить только предположительно о предельных величинах пищевого рациона севрюги данного возраста и в данных условиях, используя для этого материалы Г. С. Карзинкина (6). Указанный автор, при выявлении максимального рациона севрюги, экспериментировал с более взрослыми рыбами (в возрасте 5—6 месяцев), при более низких температурах (13—15°) и с другими кормами (*Diarthmus*). Поэтому при использовании его данных нам пришлось сделать ряд опущений, которые делают полученные цифры недостаточно точными. Во всяком случае, на основании произведенных пересчетов, мы можем говорить, что суточная рыбоводная кормовая дача может быть эффективно доведена до величины, равной 2,5 веса тела рыбы, что соответствует 1600 мг действительного живого веса корма (при весе рыбы 1 г).

Такая кормовая дача должна обеспечить увеличение суточного рациона до 100% веса тела и величину суточного весового прироста до 8,0%. То, что полученные цифры близки к истинным и не являются завышенными, подтверждает факт, что в опытах с индивидуальным кормлением молоди севрюги *Daphnia magna* величина суточного рациона у некоторых рыб доходила до 124%. Что касается нижнего предела кормовой дачи, при котором рыба может находиться в состоянии равновесия или несколько увеличить свой вес, то таковой надо считать рыбоводную дачу, приблизительно равную весу тела рыбы (при корме *Daphnia magna*). Такая дача корма обеспечивает рацион, равный 44% и являющийся для севрюги данного размера поддерживающим кормом.

Выводы

1. Фарш из мяса частиковых рыб в чистом виде непригоден для выращивания молоди севрюги. Рыбы потребляют его очень плохо, голодают и в конце концов погибают от истощения.

2. В условиях опыта лучший рост наблюдался у рыб, получавших один живой корм (*Daphnia magna*) при суточной рыбоводной даче, равной двойному весу их тела. При таком питании рыбы в течение месяца увеличились в весе с 520 мг до 2460 мг, дав 373% весового прироста.
3. Суточные рационы севрюги, вычисленные на основе опытов по установлению величины азотистого обмена и путем непосредственного учета съеденного корма, почти совпадают между собою, что указывает на достаточную точность применяемой методики.
4. Опыты показали допустимость пересчета величины азотистого рациона, полученного при одном виде корма, на величину пищевого рациона при другом виде корма. В зависимости от вида корма величина пищевого рациона может колебаться в широких пределах—от 75,5% веса тела при корме *Daphnia magna* и до 18,4% при корме из личинок *Chironomus plumosus*.
5. Скорость прохождения пищи (*Daphnia pulex*) через кишечник молоди севрюги равняется приблизительно 5 часам. Отсюда можно сделать вывод о целесообразности разбивки суточной дачи корма на 4—5 частей, благодаря чему будет достигнуто более рациональное использование корма.
6. Для нормального питания севрюги живым планктоном необходим некоторый избыток этого корма, т. е. кормовая дача должна превышать рацион на 62%.
7. Уменьшение кормовой дачи в большей степени влияет на уменьшение величины рациона, чем на увеличение степени выедания корма. Так, уменьшение кормовой дачи на 50% от ее максимальной величины вызывает увеличение степени выедания корма только на 12%, в то время как величина рациона снижается на 40%.
8. Уже незначительное уменьшение рациона от его максимальной величины вызывает резкое снижение весового прироста. Так, при уменьшении рациона на 24,2% весовой прирост падает на 74,4%.
9. Величина поддерживающего рациона молоди севрюги при корме *Daphnia magna* составляет приблизительно 44% веса тела. У максимально растущих рыб в условиях опыта отношение продуцирующего корма к поддерживающему составляет 1:1,4.
10. При выращивании молоди севрюги до определенного веса уменьшение кормовой дачи на 25% по сравнению с оптимальной вызывает увеличение продолжительности срока выращивания в 3,8 раза. При 50%-ном уменьшении кормовой дачи срок выращивания увеличивается в десять раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гресе Б. С., Экспериментальные исследования над потреблением планктона окунем сеголетком, Известия Всесоюзного научного института озерного и речного хозяйства, т. XXI, 1939.
2. Державин А. Н., Опыт по методике интенсивного разведения рыб на Куринском экспериментальном заводе в 1936—1937 гг., Рыбное хозяйство, № 2, 1938.
3. Ивлев В. С., Энергетический баланс карпов, Зоологический журнал, т. XVIII, 1939.
4. Карзинкин Г. С., Значение физиологии для рыбоводных работ по воспроизводству проходных рыб. Рыбное хозяйство, № 6, 1940.
5. Карзинкин Г. С., К изучению физиологии питания зеркального карпа. Труды Лимнологической станции в Косино, вып. 19., 1935.
6. Карзинкин Г. С., К нормативам кормления молоди осетровых и белорыбицы ВНИРО, 1939.

7. Карзинкин Г. С. и Сараева М. Ф., Выращивание молоди севрюги на искусственном корме. Зоологический журнал, т. XXI, вып. 4, 1942.
8. Кризобок М. Н., Рост годовалого леща в озере Глубоком в связи с питанием. Известия Академии наук СССР. Серия биологическая, № 5, 1942.
9. Львов Ю. Д., Живой и неживой корм при выращивании осетровых. Рыбное хозяйство, вып. 6, 1940.
10. Мейен В. А., Карзинкин Г. С., Ивлев В. С., Липин А. И. и Шеина М. П., Использование двухлетним карпом естественных кормовых запасов пруда. Зоологический журнал, т. XVI, вып. 2, 1937.
11. Мильштейн В. В., Выращивание молоди осетровых. Рыбное хозяйство, № 6, 1940.
12. Сараева М. Ф., Оценка искусственных кормов по их потреблению молодью севрюги, см. наст. сборник.
13. Свиренко Е. Г., Физиология питания молоди севрюги. ВНИРО. 1939.
14. Чаликов Б. Г., Итоги опытов 1938 г. по выращиванию молоди осетровых, Рыбное хозяйство, № 8, 1939.
15. Чаликов Б. Г., К методике выращивания молоди осетровых и белорыбицы, см. наст. сборник.
16. Яблонская Е. А., Усвоение естественных кормов зеркальным карпом и оценка с этой точки зрения кормности водоемов. Труды Лимнологической станции в Косино, т. XX, 1935.