

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩИ МОЛОДЬЮ САЗАНА В НЕРЕСТОВО-ВЫРАСТНОМ ХОЗЯЙСТВЕ АЗОВО-ДОЛГИЙ

Кандидат биологических наук М. Н. Кривобок

Для поддержания запасов частиковых рыб Северного Каспия Севкаспрыбвод ежегодно в больших количествах выращивает молодь сазана и леща в нерестово-вырастных хозяйствах дельты Волги. Отсутствие четко разработанных методов выращивания молоди указанных видов побудило Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) включить в план своих исследований на 1948 г. тему «Пути повышения рыбопродуктивности нерестово-вырастных хозяйств дельты Волги». Включение в план института этой темы было желательным еще и потому, что эти хозяйства представляют собой идеальное место решения ряда теоретических вопросов в области продуктивности водоемов.

Наше участие в этой теме выразилось в выяснении характера использования пищи молодь сазана в этих водоемах и оценке ее физиологического состояния.

Исследования мы проводили в сильно заросшем рыбхозе Азово-Долгий, расположенном в центральной части дельты Волги. Наблюдения были начаты с момента его залития, то есть 28 апреля и закончились в сентябре. Нерест сазана в рыбхозе, по данным М. А. Летичевского, начался 4 мая и достиг своего максимума 6—10 мая при температуре воды 20,6—21,3°. Первые единичные мальки были обнаружены нами 14 мая. В массовом количестве молодь сазана появилась 16 мая. Средняя длина ее была около 8 мм, вес 3,3 мг.

Таблица 1

Линейные размеры и весовой рост молоди сазана в рыбхозе
Азово-Долгий

Дата наблюдения	Число рыб	Средняя длина (в мм)	Средний вес (в мг)	Средне-суточный весовой прирост (в мг)	Суточный весовой прирост (в %)
16/V	640	8,0	3,2	4,62	144,3
21/V	280	9,8	26,3	22,74	86,4
26/V	284	14,4	140,0	46,6	33,3
4/VI	490	23,8	560,0	17,5	3,1
12/VI	150	27,0	700,0	57,8	8,2
26/VI	150	37,2	1510,0	52,7	3,5
14/VII	57	44,3	2460,0	15,2	0,7
26/VII	—	46,0	2673,0	15,2	0,6
14/VIII	131	47,7	2931,0	11,5	0,4
15/IX	—	52,4	3300,0		

Так как рост молоди сазана в различных участках рыбхоза мог быть неодинаковым, то наблюдения и сбор материала в течение всего лета мы проводили в одном и том же месте, а именно на северном берегу. В табл. 1 приведены сведения о линейном и весовом росте сазана на этом участке водоема.

Из таблицы видно, что вначале молодь сазана росла очень интенсивно и величина среднесуточного весового прироста в это время составляла 144,3% веса тела. К 4 июня, в возрасте приблизительно 20 суток, молодь сазана достигла 24 мм длины при весе 560 мг.

В дальнейшем интенсивность роста резко упала, давая только некоторое увеличение между 12 и 26 июня и почти прекратилась со второй половины июля. В момент окончания спуска рыбхоза — 15 сентября — средний вес основной массы скатывающегося сазана, по данным Г. С. Карзинкина, был равен 3,3 г.

Следует отметить, что среди общей массы мелкого сазана попадались очень крупные экземпляры весом 100—200 г.

Для сравнения роста молоди сазана в рыбхозе Азово-Долгий с ростом ее в других водоемах приводим данные Н. Л. Чугунова по дельте

Волге (рис. 1). Рассматривая график, мы видим, что в начале мая и в первой половине июня рост сазана в рыбхозе Азово-Долгий в три раза превышает рост его в дельте. Но уже в середине июня это различие сглаживается, а в сентябре дельтовый сазан в 6 раз тяжелее сазана из Азово-Долгого.

Интенсивный рост сазана в Азово-Долгом в мае и в начале июня был обусловлен массовым развитием в это время Мопа, являющейся прекрасным кормом для молоди рыб. Задержку в росте, начиная с середины лета, следует объяснить выеданием кормовой базы вследствие перенаселения водоема.

На аналогичное отставание в росте молоди сазана в рыбхозах указывает М. С. Идельсон [4], отмечающий, что при длительной задержке молоди в рыбхозах наблюдается почти полное выедание кормового бентоса и прекращение в связи с этим роста молоди.

Начиная с 31 мая, еще задолго до закрытия шлюза, около последнего со стороны рыбхоза в большом количестве начала скапливаться молодь различных видов рыб, в том числе и сазана. Произведенные 2 июня измерения показали, что как по длине, так и по весу эта молодь сазана не отличалась от таковой в рыбхозе. Но 12 июня молодь сазана, концентрирующаяся около шлюза, была значительно крупнее. В июле это различие еще более усилилось. Средняя длина 65 сазанчиков, выловленных около шлюза 19 июля, составляла 54 мм, вес — 4 г, в самом же рыбхозе молодь сазана в это время имела среднюю длину 44 мм и вес 2,46 г. М. А. Летичевский [9], анализируя рост сазана в рыбхозах Горелый и Власов в 1933 г., отмечает, что около шлюзов этих рыбхозов собирались особи более мелкие, чем в самих водоемах. Таким образом, мы видим, что молодь сазана, концентрирующаяся около шлюзов, по средней длине и весу не всегда является характерной для всего водоема.

Мы не располагаем достаточными данными для объяснения этого явления. Можно только предполагать, что поскольку характер питания рыб различного размера не одинаков, то около шлюза собираются те рыбы, которые в отношении питания находятся в наиболее плохих условиях.

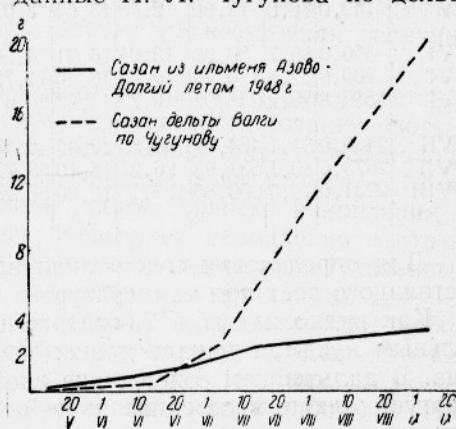


Рис. 1. Весовой рост молоди сазана.

Для выяснения химических изменений, которые происходили в теле молоди сазана в период ее пребывания в рыбхозе Азово-Долгий, мы систематически определяли содержание влаги, азота, золы, жира, углеводов и общей калорийности тела.

Таблица 2
Содержание влаги, азота, жиров, углеводов и золы в теле молоди сазана из рыбхоза Азово-Долгий летом (в % от сухого вещества)

Дата наблюдения	Средний сырой вес (в мг)	Содержание влаги (в %)	Средний сухой вес (в мг)	Зольность		Азот		Белок		Жир		Углеводы	
				в мг	в %	в мг	в %	в мг	в %	в мг	в %	в мг	в %
16/V	3,2	87,8	0,39	—	—	0,043	11,0	0,269	68,70	—	—	—	—
21/V	26,3	87,7	3,23	—	—	0,375	11,0	2,219	68,69	—	—	—	—
26/V	140,0	86,5	18,90	2,58	13,65	2,022	10,7	12,637	66,86	1,00	5,30	2,65	14,18
4/VI	560,0	85,7	80,08	13,04	16,31	8,568	10,7	53,550	66,87	4,52	5,65	8,96	11,17
12/VI	700,0	82,8	120,40	19,75	16,40	11,799	9,8	73,750	61,25	8,46	7,03	18,44	15,32
26/VI	1510,0	80,2	298,98	40,75	13,63	26,611	8,9	166,31	55,62	48,77	16,34	43,15	14,41
14/VII	2460,0	81,1	464,94	80,89	17,42	46,959	10,1	293,50	63,13	34,49	7,42	56,06	12,03
28/VII	2673,0	80,1	531,93	96,27	18,10	53,724	10,1	335,70	63,12	34,95	6,57	64,95	12,21
14/VIII	2931,0	79,5	600,85	108,15	18,00	56,485	9,4	353,00	58,75	31,11	13,46	58,59	9,79

Для определения содержания влаги в теле рыб, их высушивали до постоянного веса при температуре в 60—65°.

Как видно из табл. 2, содержание влаги в теле рыб было максимальным в самом начале наших наблюдений, составляя 87,8% от веса тела. В дальнейшем содержание влаги постепенно снижалось до 79,5% в августе; лишь в середине июня отмечалось некоторое временное увеличение.

Поскольку сухой вес рыб определяется степенью их влажности, то мы только отметим, что процент содержания сухого вещества возрос с 12,2% в начале наших наблюдений до 20,5% в конце.

Азот в сухом веществе определяли по методу микрокельдаля. В период наших исследований с увеличением возраста рыб процент содержания азота снижался с 11 до 9,4%. Однако это уменьшение происходило неравномерно. В конце июня процентное содержание азота резко уменьшилось, а в июле снова временно возросло.

Зольность с увеличением возраста сазана возрасла с 13,6% (в пробе от 26 мая) до 18% в августе. Содержание золы, так же как и содержание азота и влаги в июне резко снизилось, а в июле снова несколько увеличилось.

Содержание жира в отдельных пробах колебалось в значительных пределах от 5,3 до 16,3%. Интересно отметить, что 26 июня в рыбах содержание азота и золы было наименьшим, а жирность достигла своей наибольшей величины.

Содержание углеводов определялось нами по разности между сухим весом пробы и суммарным весовым содержанием в ней белков, жиров и золы. Как видно из табл. 2, процент содержания углеводов был очень высок и колебался в отдельных пробах от 15,32 до 9,79%.

Такое относительно высокое содержание углеводов объясняется тем, что рыбы анализировались нами вместе с содержимым их кишечника, в котором обычно бывает много растительных остатков и детрита, богатых углеводами.

Для того, чтобы лучше себе представить картину тех химических изменений, которые происходили в теле сазана, рассмотрим в отдельности суточный прирост азота, золы и жира.

Из данных табл. 3, видно, что величина суточного прироста азота, выраженная в процентах азота тела, будучи вначале очень высокой (144,2%), в дальнейшем резко падает и в августовской пробе составляет только 0,3%. Это снижение происходит неравномерно. Так, в начале июня суточный прирост уменьшился с 35,8 до 4,7%, а во второй половине июня снова увеличился до 8,8%.

Характер изменения суточного прироста зольных элементов аналогичен приросту азота. Отличие заключается только в том, что почти все величины суточного прироста золы, выраженные в процентах, более высокие.

Что касается жира, то характер его прироста резко отличается от прироста золы и азота. Хотя в течение первой половины лета наблюдались колебания в величине прироста, но все же величина суточного прироста жира в это время была очень высока. Необходимо отметить, что в июле жировой прирост совершенно отсутствовал. В августе, несмотря на почти полное прекращение прироста азота, среднесуточная величина прироста жира составляла 7,7%.

Как мы уже говорили раньше, проба от 26 июня характеризуется, с одной стороны, заметным уменьшением процентного содержания азота и золы, а с другой, повышением процента содержания жира. Сопоставляя между собой величины прироста этих элементов за период с 12 по 26 июня, мы можем сказать следующее: интенсивность накопления в теле в этот период жира значительно превышает накопление азота и золы. Это приводит к понижению процентного содержания указанных элементов в сухом веществе, хотя в абсолютных величинах их прирост остается высоким. Цифры калорийности (табл. 3) представляют собой величины суммарной калорийности белков, жиров и углеводов. Что касается характера среднесуточного прироста калорий, то, как видно из табл. 3, он занимает промежуточное положение между азотом и жиром.

Для определения того количества пищи, которое потребляла молодь сазана в рыбхозе Азово-Долгий, нами был использован метод балансовых опытов по азотистому обмену. Этот метод определения величины пищевого рациона постоянно применялся нашей лабораторией для самых различных рыб и всегда давал хорошие результаты. Он описан в работах Г. С. Карзинкина [5], М. Н. Кривобока [6] и других, поэтому в этой статье не дано подробного его описания. Заключается он в том, что количество азота, потребляемое рыбой за время наблюдения, равно сумме азота, отложенного в теле и выделенного с конечными продуктами белкового обмена и с экскрементами.

Опыты по определению количества азота, выделяемого молодью сазана с конечными продуктами белкового обмена, проводили в те же самые сроки, когда собирали материал по росту молодежи.

Число рыб для опытов изменяли в зависимости от их размеров. Вначале, когда рыбы были мелкими, в каждом опыте использовали до 40 рыб. В дальнейшем их число было сокращено до 10. Так как количество азота, выделяемое молодью сазана, могло значительно колебаться в течение суток, то опыты повторяли четыре раза в сутки: утром, днем, вечером и ночью. Результаты этих опытов приведены в табл. 4.

Из таблицы мы видим, что интенсивность выделения азота, будучи максимальной в самом начале, в дальнейшем, с увеличением возраста, резко падает. Хорошо выраженной связи между количеством выделяемого азота и температурой воды не наблюдалось. Так, 13 и 26 июня, когда температура воды была наибольшая, интенсивность выделения азота

Таблица 3

**Суточный прирост азота, зола, жиров и калорийности тела молоди сазана
в рыбхозе Азово-Долгий**

Дата наблюдения	Средняя температура воды (в °)	Азот		Зола		Жиры		Калорийность			
		содержание в теле рыбы (в мг)	суточный прирост	содержание в теле рыбы (в мг)	суточный прирост	содержание в теле рыбы (в мг)	суточный прирост	общая калорийность тела	суточный прирост		
									в мг	в %	в калориях
16/V	21,4	0,043	—	—	—	—	—	—	—	—	
21/V	22,3	0,355	—	—	—	—	—	—	—	—	
26/V	20,8	2,022	0,062	144,2	2,58	—	1,00	—	86,95	—	
			0,333	93,8	—	—	—	—	—	—	
			0,727	35,8	1,16	44,9	—	0,39	39,0	30,54	35,1
4/VI	23,6	8,568	—	—	13,05	—	4,52	—	361,68	—	—
			0,404	4,7	—	—	—	0,49	10,8	22,75	6,3
12/VI	28,2	11,799	—	—	19,75	—	8,46	—	543,71	—	—
			1,058	8,8	1,50	7,6	—	2,88	34,0	71,41	13,1
26/VI	29,3	26,611	—	—	40,75	—	48,77	—	1503,50	—	—
			1,130	4,2	2,23	5,4	—	-0,79	-1,6	32,69	2,1
14/VII	27,0	46,954	—	—	30,89	—	34,49	—	2091,92	—	—
			0,483	1,0	1,09	1,3	—	0,03	0,1	19,03	0,9
28/VII	22,5	53,722	—	—	96,27	—	34,95	—	2354,26	—	—
			0,163	0,3	0,69	0,7	—	2,71	7,7	29,42	1,2
14/VIII	26,9	56,485	—	—	108,15	—	81,11	—	2854,50	—	—

Таблица 4

**Выделение азота молодью сазана в конечных продуктах белкового обмена
в рыбхозе Азово-Долгий**

Дата наблюдения	Утро		День		Вечер		Ночь		В среднем		Выделено азота за сутки на 1 г тела (в мг)	Выделено азота на 1 рыбу за сутки (в мг)	Средний вес рыбы (в мг)
	на 1 г тела за 3 часа (в мг)	температура воды (в °)	на 1 г тела за 3 часа (в мг)	температура воды (в °)	на 1 г тела за 3 часа (в мг)	температура воды (в °)	на 1 г тела за 3 часа (в мг)	температура воды (в °)	на 1 г тела за 3 часа (в мг)	температура воды (в °)			
16/V	—	—	—	—	—	—	—	—	0,310	21,4	2,480	0,008	3,2
21/V	—	—	—	—	—	—	—	—	0,302	22,3	2,420	0,063	26,3
26/V	0,295	22,0	0,330	23,6	0,280	18,0	0,275	20,8	0,295	20,8	2,360	0,330	140,0
4/VI	0,231	23,3	0,225	23,0	0,299	26,0	0,204	22,0	0,235	23,0	1,880	1,053	560,0
12/VI	0,191	28,8	0,260	32,0	0,177	26,7	0,284	25,1	0,227	28,2	1,816	1,271	700,0
26/VI	0,113	26,7	0,180	32,0	0,196	30,9	0,250	28,0	0,185	29,3	1,480	2,234	1510,0
14/VII	0,200	27,4	—	—	0,200	25,0	0,203	24,5	0,200	27,0	1,600	3,936	2460,0
28/VII	0,117	20,4	0,146	23,0	0,129	22,0	—	—	0,131	22,5	1,048	2,801	2673,0
14/VIII	0,126	26,0	0,156	27,8	0,194	27,8	0,148	26,2	0,155	26,9	1,240	3,634	2931,0

В среднем 0,196 25,7 0,237 28,2 0,225 25,7 0,229 24,2 — — — — — —

заметно понизилась по сравнению с предыдущими пробами, взятыми при более низкой температуре. С другой стороны, при понижении температуры низкий 14 июля количество выделяемого азота резко возросло. Это несоответствие между количеством выделяемого азота и температу-

рой воды хорошо объясняется «специфически-динамическими» свойствами потребляемой в это время пищи.

Специфически-динамическим свойством пищи называется особенность некоторых кормов, заключающаяся в том, что при их переваривании в продуктах обмена выделяется большое количество азота. К таким веществам, например, относится хитин, содержащийся в теле беспозвоночных животных.

Между 12 и 26 июня (табл. 9) основную часть пищи молоди сазана составляли личинки Chironomidae относительно бедные хитином. Поэтому, несмотря на то, что температура воды в это время была наиболее высокой, количество выделяемого азота было меньше, чем в предыдущий период, когда в пище преобладали различные личинки насекомых с грубыми хитиновыми покровами, и чем в последующий период, когда значительную часть пищи составляли Cladocera.

Количество азота, выделяемое рыбами в различные часы суток, сравнительно мало колебалось. Наименьшее количество приходилось на утренние часы, а днем, вечером и ночью оно оставалось приблизительно на одном уровне.

В самом начале наших наблюдений при среднем весе молоди сазана в 3,2 мг, количество азота, выделяемое за сутки, составляло 0,008 мг. В дальнейшем, по мере роста рыб, количество выделяемого азота увеличивалось и достигло своей максимальной величины—3,936 мг 14 июля при среднем весе рыб 2460 мг. В последующих пробах, несмотря на увеличение среднего веса рыб, количество выделяемого азота снижалось.

Для получения более полных данных об обмене веществ, помимо азота конечных продуктов белкового обмена, мы проводили определение количества кислорода, потребляемого молодой сазана.

Определение количества потребляемого рыбами кислорода проводили в те же сроки, когда ставили опыты по азотистому обмену. Для получения более точных данных и в целях учета возможных суточных колебаний в потреблении кислорода, опыты повторяли утром, днем, вечером и ночью.

Для опытов применяли стеклянные банки с притертыми пробками. Чтобы температура воды в банках не отличалась от температуры в рыбхозе, банки погружали в воду около берега. Число рыб, было такое же, что и в опытах по азотистому обмену, с постепенным сокращением числа рыб в опыте по мере их роста.

Интенсивность потребления кислорода на 1 г веса рыбы с увеличением возраста и размеров рыб резко падала (табл. 5). Наблюдаемые отклонения хорошо увязываются с происходившими в это время изменениями температуры воды.

У сазана отчетливо выражена суточная ритмичность в дыхании. Наибольшее потребление кислорода наблюдалось днем и вечером, наименьшее утром и ночью. Однако, поскольку в течение суток имели место значительные колебания температуры воды, возможно, что указанные изменения в потреблении кислорода обусловлены температурными колебаниями.

В самом начале молодь сазана, имевшая средний вес 3,2 мг, потребляла за сутки 0,110 мг кислорода. В дальнейшем, по мере роста рыбы, количество потребляемого кислорода увеличивалось и 14 августа достигло 42,051 мг при среднем весе сазана 2931,0 мг.

Зная количество азота, выделенное рыбами с конечными продуктами белкового обмена, мы вычислили то количество кислорода, которое организм израсходовал на окисление белка. Для этого сначала определили количество окисленного белка, для чего величину азота, выделенного с продуктами белкового обмена, умножили на коэффициент 6,25.

Таблица 5

Потребление кислорода молодью сазана в рыбхозе Азово-Долгий

Дата наблюдения	Утро		День		Вечер		Ночь		В среднем		Потреблено кислорода за сутки на 1 г тела (в мг)	Потреблено кислорода одной рыбой за сутки (в мг)	Средний вес рыбы (в мг)
	на 1 г тела за 1 час (в мг)	температура воды (в °)	на 1 г тела за 1 час (в мг)	температура воды (в °)	на 1 г тела за 1 час (в мг)	температура воды (в °)	на 1 г тела за 1 час (в мг)	температура воды (в °)	на 1 г тела за 1 час (в мг)	температура воды (в °)			
16/V	1,437	18,5	1,803	25,3	1,780	22,5	0,729	16,1	1,438	20,6	34,512	0,110	3,2
21/V	0,800	21,6	0,914	23,4	0,628	21,2	0,670	21,7	0,779	21,9	18,696	0,492	26,3
26/V	0,887	21,5	1,253	30,5	0,951	29,3	0,883	20,9	0,994	25,5	23,856	3,339	140,0
4/VI	0,635	21,2	—	—	1,417	29,0	0,529	21,8	0,858	24,0	20,531	11,531	560,0
12/VI	0,810	27,2	1,277	32,2	1,068	32,0	0,608	25,3	0,941	29,9	22,584	15,809	700,0
26/VI	—	—	1,010	30,7	1,160	32,2	0,805	28,3	0,991	30,4	23,784	35,914	1510,0
14/VII	0,552	23,7	0,774	29,2	0,936	30,0	0,400	24,5	0,665	26,8	15,960	39,261	2460,0
28/VII	0,397	19,4	0,483	24,8	0,390	24,4	—	—	0,423	22,8	10,152	27,106	2673,0
14/VIII	0,540	23,8	0,650	29,0	0,881	29,8	0,312	26,5	0,59	27,5	14,352	42,051	2931,0
В среднем	0,747	22,1	1,020	28,1	1,023	27,8	0,607	23,1	—	—	—	—	—

Поскольку для окисления одной весовой единицы белка требуется 1,33 единицы кислорода, мы умножили полученные количества белка на эту величину и получили величину израсходованного на окисление кислорода.

Разность между общим потреблением кислорода и той его частью, которая пошла на окисление белка, дала нам величину кислорода, израсходованную на окисление жиров и углеводов (табл. 6).

Таблица 6

Количество кислорода, пошедшее на окисление белков, жиров и углеводов в теле сазана

Дата наблюдения	Потреблено кислорода одной рыбой за сутки (в мг)	Потреблено кислорода на окисление белка		Потреблено кислорода на окисление жира и углеводов	
		в мг	в % общего потребления кислорода	в мг	в % общего потребления кислорода
16/V	0,110	0,069	62,7	0,041	37,3
21/V	0,492	0,775	—	—	—
26/V	3,339	2,845	85,1	0,494	14,9
4/VI	11,531	9,082	78,8	2,449	21,2
12/VI	15,809	10,963	69,4	4,846	30,6
26/VI	35,914	19,267	53,7	16,647	46,3
14/VII	39,261	33,948	86,6	5,313	13,5
28/VII	27,106	24,132	89,1	2,974	10,9
14/VIII	42,051	31,342	74,6	10,709	25,4

Раньше чем приступить к рассмотрению полученных результатов, следует заметить, что этот расчет позволил нам вскрыть ошибку в определении количества потребленного кислорода в пробе от 21 мая. В этой пробе интенсивность потребления кислорода значительно ниже, чем в предыдущей и в последующей пробах, а общее количество потребленного кислорода недостаточно для окисления такого количества белка,

чтобы получить указанное в наших опытах количество азота конечных продуктов белкового обмена.

Рассматривая табл. 6, мы видим, что на окисление белка молодь сазана расходовала от 53,7 до 89,1% количества поглощенного кислорода, а на окисление жиров и углеводов — от 10,9 до 46,3%. Это изменение доли белка в общих окислительных процессах в значительной мере определялось содержанием в теле рыбы жира. Из рис. 2 мы видим, что кривая расходования белка является зеркальным отображением количественных изменений содержания жира в теле рыбы.

В самом начале наших наблюдений у молоди сазана, как и у всякого молодого, быстро растущего организма, содержание жира в теле было невелико, а расходование белка на окислительные процессы относительно очень высокое. С возрастом содержание жира в теле увеличивалось. Параллельно с процессом накопления жира возрос удельный вес окисляемых безазотистых веществ, а количество окисляемого белка относительно уменьшилось.

Проба от 26 июня характеризуется максимальной жирностью и наименьшим количеством расходуемого белка. В дальнейшем, в связи с ухудшением условий питания, содержание жира в теле сазана уменьшилось, а количество окисляемого белка снова возросло. Последняя проба от 14/VIII, вследствие специфического характера питания сазана, характеризовалась почти полной приостановкой белкового прироста и интенсивным откладыванием в теле жира, что вызвало уменьшение величины окисляемого белка.

Таким образом, эти данные показывают определенную связь между количеством окисляемого белка и содержанием в теле жира, который играет сберегательную роль в процессе расходования белка.

Последним из рассматриваемых нами элементов азотистого баланса является азот экскрементов. В первых пяти пробах экскременты не собирали, а содержание азота в них определяли совместно с азотом конечных продуктов белкового обмена. Только в последних четырех пробах было проведено специальное определение азота в экскрементах (табл. 7).



Рис. 2. Зависимость окисляемости белка от степени жирности тела сазана.

Таблица 7

Выделение азота в экскрементах молоди сазана

Дата наблюдения	Выделено азота в экскрементах за сутки на 1 г веса тела (в мг)	Выделено азота в экскрементах за сутки одной рыбой (в мг)
26/VI	0,074	0,112
14/VII	0,075	0,185
23/VII	0,088	0,235
14/VIII	0,106	0,310

Из таблицы видно, что количество азота, выделяемое в экскрементах на 1 г веса тела во много раз меньше того количества, которое выделяется с конечными продуктами белкового обмена. Содержание азота в экскрементах в последних пробах заметно увеличивается.

Определив все элементы азотистого баланса, мы можем перейти к рассмотрению азотистого рациона (табл. 8).

Таблица 8

Суточный азотистый рацион молоди сазана в рыбхозе Азово-Долгий

Периоды наблюдений	Среднее содержание азота в теле рыбы (в мг)	Выделено азота в продуктах обмена		Выделено азота в экскрементах		Отложено азота в теле рыб		Суточный азотистый рацион (в мг)	Суточный азотистый рацион в % азота тела рыбы
		в мг	в %	в мг	в %	в мг	в %		
16—21/V	0,199	0,036	36,7	—	—	0,062	63,3	0,098	49,2
21—26/V	1,188	0,197	37,2	—	—	0,333	62,8	0,530	44,6
26/V—4/VI	5,295	0,694	48,8	—	—	0,727	51,2	1,421	26,8
4—12/VI	10,184	1,162	74,2	—	—	0,404	25,8	1,566	15,3
12—26/VI	19,205	1,752	60,0	0,112	3,8	1,058	36,2	2,922	15,2
26/VI—14/VII	36,783	3,085	70,2	0,185	4,2	1,130	25,6	4,400	11,9
14—28/VII	50,348	3,367	32,5	0,235	5,7	0,483	11,8	4,085	8,1
28/VII—14/VIII	55,103	3,215	87,2	0,310	8,4	0,163	4,4	3,693	6,7

Из таблицы видно, что соотношение отдельных элементов азотистого рациона не оставалось неизменным в течение исследованного нами периода. Так, количество азота, выделяемое с конечными продуктами обмена, выраженное в процентах суточного рациона, увеличилось за это время с 36,7 до 87,2%, а количество откладываемого в теле азота уменьшилось с 63,3 до 4,4%. Что касается азота экскрементов, то его роль в общей величине рациона невелика и колеблется от 3,8 до 8,4%.

На первый взгляд не совсем понятна причина такого резкого увеличения процента выделяемого азота в последних пробах. Сначала мы предполагали объяснить это явление переходом молоди сазана на растительную пищу, что обычно сопровождается резким увеличением количества выделяемого азота. Соответствующий анализ позволил нам вскрыть причины этого явления

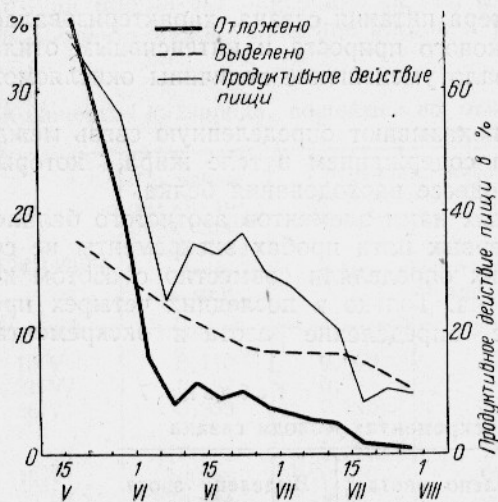


Рис. 3. Количество азота, выделенное и отложенное за сутки в теле сазана (в % азота тела).

(рис. 3). Количество откладываемого в теле азота, будучи вначале очень высоким, в дальнейшем резко падает и в последних пробах почти равно 0. В отношении азота, выделяемого с продуктами обмена, не наблюдается столь резких изменений, а в период с 20 июня и до конца наших наблюдений количество его оставалось почти на одном уровне. Это свидетельствует о том, что количество азота, потребленное сазаном вместе

с пищей, начиная с середины лета, было недостаточным для того, чтобы поддержать нормальный рост рыбы, и по существу почти весь азот расходовался на процессы, связанные с поддержанием организма в состоянии равновесия. Данные по питанию молоди сазана в рыбхозе Азово-Долгий заимствованы нами из работы Вонокова. К сожалению, из приводимых им данных можно лишь очень приблизительно и только для отдельных дат установить соотношение между животной и растительной пищей. Мы ограничиваемся рассмотрением процентного весового соотношения отдельных кормовых групп организмов, встречаемых в кишечниках сазанов.

Анализ показал, что пища сазана состоит из различных компонентов: растений, коловраток, ракообразных, мшанок, различных насекомых и даже мальков. Однако их удельный вес в питании сазана не одинаков. Так, например, личинки стрекоз, поленок, гаммарид, *Asellus* и мальки рыб встречались редко и по существу представляли собой случайную пищу. Другие группы, как коловратки и *Copepoda*, хотя и встречались на протяжении всего периода с 16 мая по 14 августа, но в очень небольших количествах. Основную часть пищи составляли *Cladocera*, личинки *Chironomidae*, личинки жуков и растения.

Таблица 9
Весовое соотношение кормовых групп в пище молоди сазана (в %)

Периоды наблюдений	Коловратки	Copepoda	Cladocera	Личинки Chironomidae	Личинки водяных жуков
16—21/V	0,72	1,70	97,50	0,08	—
21—26/V	—	4,70	95,30	—	—
26/V—4/VI	0,05	2,60	0,20	3,40	92,80
4—12/VI	1,00	0,52	1,71	51,16	12,5
12—26/VI	0,37	0,02	4,54	63,11	1,96
26/VI—14/VII	1,50	0,04	21,40	47,00	0,06
14/VII—28/VII	2,15	0,08	15,12	51,45	1,20
28/VII—14/VIII	0,5	0,45	2,0	10,0	—

Продолжение

Периоды наблюдений	Личинки стрекоз	Личинки поленок	Asellus	Gammaridae	Рыбы	Мшанки	Водоросли
16—21/V	—	—	—	—	—	—	—
21—26/V	—	—	—	—	—	—	—
26/V—4/VI	—	—	0,90	—	—	—	—
4—12/VI	0,30	0,30	—	19,40	13,10	Присутствие	Присутствие
12—26/VI	—	—	—	—	—	Присутствие	30,0
26/VI—14/VII	—	—	—	—	—	Присутствие	30,0
14—28/VII	—	—	—	—	—	Присутствие	30,0
28/VII—14/VIII	—	—	—	—	—	47,5	40,0

В питании сазана эти группы имеют хорошо выраженную последовательность. В самом начале основную часть пищи составляли *Cladocera*, затем личинки жуков, а с середины июня преобладающим элементом в питании были личинки *Chironomidae*, к которым осенью снова

начали примешиваться Cladocera. Появление водорослей в пище сазана совпадает с моментом перехода на питание личинками Chironomidae, а именно типичной для обрастания формой Glyptotendipes. Такое совпадение позволяет сделать предположение, что сазан захватывает водоросли попутно при питании личинками хирономид. Учесть роль мшанок в пище сазана, на основании имеющегося материала, не представляется возможным. Уже с конца июня мшанки встречались в его пище, но в массовом количестве они появились только в самый последний период наших исследований с 28 июля по 14 августа.

Такой характер питания является, повидимому, довольно типичным для молоди сазана, выращиваемого в рыбхозах дельты Волги. Так, Л. Г. Амелина [2], исследовавшая питание сазана в рыбхозе Власов в 1937 г., дает приблизительно такую же картину питания. По ее данным весной сазан питается Cladocera, в июне и июле — личинками Chironomidae. В августе снова увеличивается значение Cladocera и Serepoda.

Для того, чтобы выразить величину азотистого рациона в весе съеденной пищи, необходимо знать соотношение кормовых групп в пище рыбы по их сырому весу и содержанию в них азота. Поскольку соотношение этих групп по их сырому весу было вычислено И. К. Воноковым, то нам оставалось только от весового соотношения перейти к соотношению этих групп по содержанию в них азота.

На основании имеющихся в нашей лаборатории данных, и исходя из видового состава отдельных кормовых групп, мы приняли для дальнейших расчетов следующее содержание азота (в %) в сыром веществе этих кормовых групп:

Водоросли	0,56	Личинки стрекоз	1,97
Коловратки	0,80	Личинки эфемерид	1,69
Serepoda	1,12	Личинки жуков	1,46
Cladocera	0,80	Личинки хирономид	1,39
Gammaridae	1,97	Мальки воблы	1,87
Asellus	0,84	Мшанки	1,26 (условно)

Исходя из этих цифр, мы вычислили сначала соотношение кормовых групп в пище сазана по содержанию в них азота, затем определили то количество азота, которое было потреблено рыбами за сутки с тем или иным видом корма, и только после этого смогли определить сырой вес организмов, съеденных за сутки. Величина суточного пищевого рациона, выраженная в процентах веса тела, постепенно понижалась с 83% в самом начале наших наблюдений до 13,4% в конце, то есть в августе (табл. 10).

Таблица 10

Суточный пищевой рацион молоди сазана в рыбхозе Азово-Долгий

Периоды наблюдений	Средняя температура воды (в°)	Средний вес рыбы (в мг)	Съедено за сутки в мг					
			коло-вратки	Serepoda	Cladocera	личинки Chironomidae	личинки жуков	личинки стрекоз
16—21/V . . .	21,8	14,7	0,09	0,20	11,86	0,01	—	—
21—26/V . . .	21,6	83,2	—	3,03	62,01	—	—	—
26/V—4/VI . .	22,2	350,0	0,17	2,54	0,17	3,37	91,48	—
4—12/VI . . .	25,9	630,0	0,97	0,55	1,76	51,49	12,43	0,32
12—26/VI . . .	28,7	1105,0	1,10	0,30	11,0	165,70	5,20	—
26/VI—14/VII .	28,2	1965,0	6,60	0,40	89,0	205,50	0,50	—
14—28/VII . . .	24,9	2566,0	8,10	0,10	56,30	199,80	6,20	—
28/VII—14/VIII	24,7	2802,0	1,80	1,80	7,00	37,40	—	—

Периоды наблюдений	Съедено за сутки в мг						Суточный рацион	
	личинки поденки	Asellus	Gamma- ridae	мальки рыб	мшанки	водорос- ли	в мг	в % веса те- ла
16-21/V . . .	—	—	—	—	—	—	12,16	82,7
21-26/V . . .	—	—	—	—	—	—	65,04	78,2
26/V-4/VI . . .	—	0,87	—	—	—	—	98,60	28,2
4-12/VI . . .	0,28	—	10,93	13,15	—	—	100,88	16,0
12-26/VI . . .	—	—	—	—	—	78,2	261,5	23,6
26/VI-14/VII . . .	—	—	—	—	—	131,0	433,0	21,2
14-28/VII . . .	—	—	—	—	—	121,0	391,5	15,2
28/VII-14/VIII . . .	—	—	—	—	178,0	149,6	375,4	13,4

Анализ данных по питанию и росту молоди сазана позволяет установить ряд периодов в его жизни. Первый период—с 16 до 26 мая—характеризуется типично планктонным питанием, отсутствием в пище представителей бентоса, большими величинами пищевого рациона и весьма интенсивным ростом.

Второй период—с 26 мая по 4 июня—характеризуется сокращением роли планктона в питании сазана за счет личинок жуков с незначительной примесью личинок Chironomidae. Интенсивность питания и роста сазана в это время хотя и снижается, но все еще остается высокой.

Третий период с 4 до 12 июня отличается чрезвычайно разнообразным составом пищи. Наряду с чисто планктонными формами, встречаются самые разнообразные представители бентоса и такие совершенно не свойственные для сазана формы, как молодь других рыб. Резкое сокращение величины суточного рациона и уменьшение интенсивности весового и линейного прироста свидетельствуют о недостаточном количестве потребляемой в это время пищи.

Четвертый период—с 12 июня и до конца июля—характеризуется резким преобладанием в пище сазана личинок Chironomidae и растений. Переход на эти корма вызвал резкое увеличение интенсивности линейного и весового прироста, сопровождаемое заметным накоплением в теле жира. Однако очень скоро количество поедаемых хирономид становится недостаточным для того, чтобы поддержать рост на таком высоком уровне. Об этом свидетельствует уменьшение абсолютных и относительных величин пищевого рациона, а также последовательное замедление линейного и весового прироста. С другой стороны, о недостатке питания свидетельствует тот факт, что в пище сазана в то время начинают появляться все в большем и большем количестве различные коловратки и Cladosega. Затем, в самом конце наших наблюдений, в августе, вследствие почти полного выедания личинок хирономид, в пище сазана в очень большом количестве появляются мшанки.

Наблюдаемая смена в характере питания молоди сазана хорошо увязывается с этапами его развития, описанными В. В. Васнецовым [3].

Но в то же время эта смена обусловливается и изменениями в самой кормовой базе. Так, например, переход с планктонного корма на питание личинками жуков был ускорен тем, что в это время произошло резкое уменьшение количества зоопланктона. Переход на питание мшанками в значительной степени обусловлен уменьшением количества личинок хирономид, в связи с их выеданием.

При изучении питания и роста молоди сазана необходимо обратить внимание на следующую особенность, редко наблюдаемую у других мирных рыб. Как мы уже отмечали, среди массы мелкого и среднего сазана попадались отдельные экземпляры очень большого размера и

веса (100 и даже 200 г). Вскрытие этих рыб показало, что в их пище встречалась молодь других рыб, в частности воблы и леща.

В начале июня 1948 г. Г. С. Карзинкин неоднократно наблюдал около шлюза рыбхоза Азово-Долгий, как молодь сазана охотилась за молодью других видов рыб. Такое стремление молсди сазана перейти на хищничество было вызвано тем, что в это время резко ухудшились условия питания, о чем мы уже говорили ранее. Однако, как показали данные И. К. Воноксова, молодь рыб в пище сазана в это время была отмечена только у очень небольшого числа экземпляров. Те немногие сазаны, которые в какой-то мере приспособились к питанию рыбой, получив дополнительный источник питания, очень быстро обогнали в росте основную массу молоди сазана и достигли к осени значительных размеров и веса.

Ряд рыбководов, например Н. И. Кожин [7], считает, что выпускаемая из рыбхозов молодь сазана в начале августа должна иметь средний вес 12 г. Исходя из данных азотистого обмена молоди сазана и химического состава тела, можно приблизительно вычислить то количество пищи, которое она должна потреблять, чтобы достигнуть такого размера и веса.

Поскольку до 26 июня рост сазана в рыбхозе был не хуже роста этой рыбы в естественных условиях, мы вправе считать, что до этого момента он протекал нормально, и все наши расчеты должны касаться периода с 26 июня по 1 августа.

В результате произведенных расчетов выяснилось, что для того, чтобы сазан смог достигнуть к 1 августа веса 12 г, он должен был съесть за сутки личинок хирономид в первой половине июля 1,24 г, а во второй — 1,69 г, то есть величина рациона по сравнению с фактической должна быть увеличена в начале июля в 3, а в конце июля — в 4 раза.

Не касаясь вопроса о том, до какого размера целесообразно выращивать молодь сазана, следует отметить, что сам процесс выращивания может идти двумя путями. Во-первых, можно выращивать молодь сазана в рыбхозе до начала замедления его роста. Данный момент всегда будет определяться соотношением густоты посадки и состоянием кормовой базы. Чем гуще посадка, тем быстрее произойдет выедание кормовой базы. В рыбхозе Азово-Долгий это произошло в конце июня, вскоре после того, как сазан перешел на питание личинками хирономид. Этот путь имеет то отрицательное свойство, что хотя и позволяет выращивать в рыбхозе большое количество молоди, но последняя не будет обладать никакими преимуществами в отношении размеров и своего физиологического состояния по сравнению с молодью, скатывающейся в то время из естественных водоемов.

Для того, чтобы получить более полноценную молодь большего размера и веса, необходимо, увеличивая продолжительность выращивания, значительно сократить густоту посадки.

В настоящее время точных сроков выпуска молоди рыбы из рыбхозов в реку не существует. Между тем, вопрос о сроках выпуска мальков из рыбхозов имеет очень большое значение. Одно дело, когда малек данного размера и веса выпускается в июле или августе, и совсем другое, когда это делается в сентябре или октябре. Мелкий слабый малек, выпущенный из рыбхоза в августе, имеет еще возможность поправиться и подрасти до наступления холодов, выпущенный же в конце сентября этой возможности уже не имеет.

Иллюстрацией сказанному может служить сазан из рыбхоза Азово-Долгий. Как уже говорилось раньше, начало отставания в росте рыбхозовского сазана от рыб этого вида из естественных водоемов отмечается в последних числах июня, когда средний вес мальков был равен 2 г.

В сентябре, к моменту окончания спуска, вес выпускаемого из рыбхоза малька сазана увеличился только до 3,3 г, а в естественных водоемах, где было более разреженное население, — до 20 г.

Выводы

1. Молодь сазана, выращиваемая в рыбхозе Азово-Долгий, летом 1948 г. характеризовалась весьма интенсивным ростом в первой половине лета. В дальнейшем рост замедлился и к осени почти прекратился. В момент спуска ильмена в сентябре средняя длина сазана составляла 52,4 мм при среднем весе 3,3 г.
2. При сравнении роста сазана из рыбхоза Азово-Долгий с ростом сазана из дельты Волги (по Чугунову) видно, что в первой половине лета молодь сазана в Азово-Долгом росла значительно лучше, чем в дельте. В июле это различие сгладилось, а в сентябре средний вес сазана из дельты Волги уже в 6,5 раза превышал вес сазана из рыбхоза.
3. Хороший рост молоди сазана в рыбхозе в начале лета был обусловлен благоприятными условиями питания, вследствие массового развития *Cladosega* (Моина). В дальнейшем в связи с выеданием кормовой базы и ухудшением условий питания происходило сначала замедление, а затем почти полная приостановка роста.
4. Начиная с 31 мая около шлюза в большом количестве начала скапливаться молодь сазана, стремящаяся уйти из рыбхоза. Наши наблюдения, а также наблюдения М. А. Летичевского показали, что в отношении средних размеров рыб, собирающихся у шлюза и остающихся в рыбхозе, не отмечается какой-либо закономерности. В одних случаях около шлюза скапливаются более крупные рыбы, чем в рыбхозе, в других — наблюдается обратное явление. Можно предположить, что поскольку характер питания рыб различного размера не одинаков, то около шлюза собираются те размерные группы сазана, которые в отношении питания поставлены в наиболее плохие условия.
5. В физиологическом отношении молодь сазана из рыбхоза Азово-Долгий характеризовалась следующими показателями: содержание влаги в теле в период с 16 мая по 14 августа уменьшилось с 87,8 до 79,5%; содержание азота в сухом веществе за то же время понизилось с 11 до 9,4%; зола в сухом веществе возросла с 13,65% (в пробе от 26 мая) до 18% (в августе). Поскольку содержание жира в теле определяется качественными и количественными изменениями в питании, оно подвергалось значительным колебаниям в пределах от 5,3 до 16,3%. Содержание углеводов определялось степенью наполнения кишечника растительной пищей у исследуемых рыб, поэтому оно колебалось без определенной закономерности от 9,8 до 15,3%.
6. Интенсивность выделения азота конечных продуктов белкового обмена у молоди сазана с возрастом резко падает. Хорошо выраженной связи между количеством выделяемого азота и температурой воды не наблюдается. Гораздо более отчетливая связь намечается между количеством выделяемого азота и составом пищи. В тех случаях, когда в кормовых объектах содержится много хитина, выделение азота заметно возрастает. Количество азота, выделяемое в различные часы суток, сравнительно мало колеблется.
7. Интенсивность потребления кислорода с увеличением возраста и размеров рыб резко падает. Наблюдаемые колебания хорошо увязываются с происходящими в это время изменениями температуры воды. Хорошо выражена суточная ритмичность в дыхании. Наибольшее потребление кислорода наблюдается днем и вечером, наименьшее — утром и ночью.

8. Наши наблюдения показали, что изменения количества окисляемого белка в теле сазана в значительной мере определяются содержанием в нем жира. Чем выше содержание жира в теле, тем меньшее количество белка расходуется на окислительные процессы.

9. Величина суточного азотистого рациона молоди сазана, выраженная в процентах азота тела, уменьшается с 49,2 в мае до 6,7% в августе.

10. Соотношение отдельных элементов азотистого рациона в период наших исследований не оставалось постоянным. Количество азота, откладываемое в теле рыбы в связи с ее ростом и выраженное в процентах от общей величины азотистого рациона, уменьшалось с 63,3% в начале наблюдений до 4,4% в конце.

Количество же азота, выделяемое с продуктами белкового обмена, за то же время возросло с 36,7 до 87,2%. Уменьшение как общей величины азотистого рациона, так и количества откладываемого в теле азота, в основном, вызвано ухудшением условий питания.

11. По данным И. К. Вонокова, в пище молоди сазана наибольшее значение имеют *Cladosega*, личинки жуков, личинки хирономид и мшанки. В питании этими группами у молоди сазана наблюдается известная последовательность, которая совпадает с этапами развития.

12. Величина суточного пищевого рациона молоди сазана в мае составляла 82,7% веса тела, а к августу она уменьшилась до 13,4%.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Александров, Первый период жизни малька и его распределение в дельте. Материалы к познанию русского рыболовства, т. IV, вып. 10.
2. Амелина Л. Питание молоди карповых в пойменных водоемах дельты р. Волги. Труды ВНИРО, т. XVI, 1941.
3. Васнецов В. В. Морфологические особенности, определяющие питание леща, воблы и сазана на всех стадиях развития, Сборник Академии наук СССР, 1948.
4. Идельсон М. С., Зообентос пойменных водоемов дельты Волги и его значение в питании рыб. Труды ВНИРО, т. XVI, 1941.
5. Карзинкин Г. С. и Сараева М. Ф., Выращивание молоди севрюги на искусственном корме. Зоологический журнал, т. XXI, вып. 4, 1942.
6. Кривобок М. Н., Рост годовалого леща в озере Глубоком, в связи с питанием. Известия Академии наук № 8, 1942.
7. Кожин Н. И., Пути воспроизводства полупроходных рыб в дельте Волги. Труды ВНИРО, т. XVI, 1941.
8. Кононов В. А., Экология размножения леща и выживаемости молоди его в нерестово-выростных хозяйствах. Труды Украинского научного института прудового и озерно-речного хозяйства, № 6, 1949.
9. Летичевский М. А., Выращивание сеголетков сазана в нерестово-выростных хозяйствах дельты р. Волги, Труды ВНИРО, т. XVI, 1941.
10. Летичевский М. А., К вопросу о нормативах посадки сазана в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги, 1941.
11. Летичевский М. А., Опыт выращивания молоди воблы в нерестово-выростных хозяйствах дельты Волги (напечатано в этом сборнике).
12. Чугунов Н. Л., Биология молоди промысловых рыб Волго-Каспийского района, Труды Астраханской научно-рыбохозяйственной станции, т. VI, 1928.
13. Яблонская Е. А., Бентос нерестово-выростного хозяйства Азово-Долгий (напечатано в этом сборнике).