

УДК 597—105 : 597—146 : 597.442

**ЖИРОВОЙ И БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН У ВОЛГО-КАСПИЙСКИХ
ОСЕТРА И СЕВРЮГИ ПРИ СОЗРЕВАНИИ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ**

М. Н. КРИВОБОК, О. И. ТАРКОВСКАЯ

ВВЕДЕНИЕ

Волго-каспийские осетр и севрюга становятся половозрелыми поздно: самки севрюги не ранее 8 лет, осетра — 13 лет [6]. Повторный нерест у них также происходит с интервалом в несколько лет. Причины такого позднего, как первичного, так и вторичного, созревания половых желез неизвестны.

Между тем с зарегулированием стока Волги и других рек поддержание запасов этих ценных промысловых видов рыб станет возможным только благодаря искусственному воспроизводству. В связи с этим важно выяснить причины, влияющие на интенсивность процесса их созревания.

Для решения этих вопросов в течение трех лет вели наблюдения за осетром и севрюгой в море и в реке. Исследовали динамику накопления и расходования в их теле жира, белка и других компонентов. В результате были выявлены специфические особенности обмена веществ этих рыб, которыми определяется такой длительный характер созревания половых желез.

Результатам этих исследований и посвящена настоящая статья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал для исследований собирали с 1963 по 1965 гг. в море, дельте Волги и на нерестилищах в районе Каменного Яра. В море рыб ловили дрефтерными сетями и аханами, в дельте Волги — закидными неводами, а на нерестилищах — плавными сетями.

Всего за три года для биологического анализа было просмотрено 800 осетров различной длины, из них 160 подверглись биохимическому анализу. Кроме того, проанализировано 340 севрюг, в том числе 20 самок, пойманных на нерестилищах. На биохимический анализ из моря и реки взято 150 рыб. У осетра и севрюги измеряли длину тела от конца рыла до конца средних лучей хвостового плавника (l). Определяли вес (массу) рыбы целиком, тушки (с головой, но без внутренностей), гонад и печени. Состояние зрелости половых желез устанавливали по принятой для осетровых восьмибалльной шкале. Следует отметить, что среди исследованных осетров полностью отсутствовали особи в V стадии зрелости.

Для характеристики физиологического состояния осетра и севрюги исследовали биохимический состав мышц, гонад и печени. Для анализа мышц во всех случаях позади грудного плавника, от брюшка до спины, вырезали кусок тела шириной 10 см. Выбор места для взятия пробы был установлен предварительным анализом, который показал, что химический состав мышц из этого участка тела является наиболее

типичным для всей рыбы. Взятые для анализа мышцы очищали от кожи и хрящей, пропускали через мясорубку, фарш перемешивали и помещали в пробирку, закрывали детской резиновой соской и стерилизовали в течение 2 ч.

Во взятых для анализа пробах по общепринятым методам определяли содержание влаги, общего, экстрактивного и аминного азота. Определение жира проводили по модифицированному нашей лабораторией методу Белькевича [7].

Изменения, которые происходят в теле рыбы при созревании половых желез, отчетливее проявляются при сравнении особей одинаковой длины. На этом основании исследования проводили по отдельным размерным группам. В каждой группе объединяли рыб, различающихся длиной тела не более чем на ± 5 см от средней величины.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОСЕТРА, ВХОДЯЩИХ В ВОЛГУ НА НЕРЕСТ

На тоне «Молодежной», расположенной на Главном банке в 40 км ниже Оранжерейного, с мая по июль 1963 г. было исследовано 323 самки и 380 самцов осетра. Длина самок в среднем составляла 128,7 см, с колебаниями у отдельных особей от 90 до 180 см. Самцы были значительно меньше самок: их длина изменялась от 70 до 170 см при средней величине 109,2 см.

Средняя длина (l) самок осетра в 128,7 см соответствует 145,0 см абсолютной длины (L). Такой же была средняя длина самок, входивших в Волгу с 1959 по 1962 гг. По данным А. В. Павлова [10], в этот период она составляла 144,1—146,1 см.

Вес (масса) самок не превышал 50 кг, самцов — 25 кг, в среднем по всему материалу (массе) составляя соответственно 19,6 и 10,7 кг (табл. 1).

Таблица 1
Распределение по весу (массе) самок и самцов осетра, пойманных на тоне «Молодежной» в 1963 г. (в %)

Пол	Вес (масса), кг										Средний вес (масса), кг	Число определенных
	5	10	15	20	25	30	35	40	45			
Самки	0,3	7,8	16,5	31,5	24,3	12,8	4,0	1,6	0,6	0,6	19,6	323
Самцы	3,0	46,3	36,1	12,1	2,5	—	—	—	—	—	10,7	380

По визуальной оценке состояния зрелости половых желез среди проанализированных осетров встречались особи во II, III, IV и VI стадиях зрелости. Больше всего было самок в незавершенной IV стадии — 81,9% от общего количества, в III стадии — 7,4%, самок с неразвитыми яичниками во II стадии — 6,1%, а отнерестовавших покатников — 4,6%.

По состоянию зрелости семенников самцы распределялись иначе: 65,7% их состояло из рыб в III стадии. Особей в переходном состоянии из III в IV стадию, а также в IV стадии было 12,0%. Отнерестившиеся самцы составляли 12,3%, а неполовозрелые во II стадии — 10,0%.

У самок осетра различной длины соотношение по стадиям зрелости неодинаковое. Особи с половыми железами во II стадии зрелости больше всего встречались среди рыб длиной до 100 см. Из десяти таких исследованных самок восемь имели неразвитые яичники.

С увеличением длины тела количество особей с половыми железами во II стадии уменьшается. При длине тела в 100—120 см они составляли 17,4% , а среди более крупных экземпляров полностью отсутствовали. Самки с яичниками в III—IV и IV стадии зрелости при длине тела до 100 см составляли только 20,0%. С увеличением размеров тела их количество последовательно возрастало до 93,5% (у рыб более 140 см). Покатные самки в наибольшем количестве встречались в группе рыб длиной 100—120 см (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение самок осетра различной длины по состоянию зрелости половых желез (в %)

Длина, см	Стадии зрелости				n
	II	III	IV	VI	
До 100	80,0	—	20,0	—	10
100—120	17,4	3,1	70,3	9,2	63
120—140	—	9,5	85,7	4,8	189
140 и больше	—	5,0	93,5	1,5	61

Длина осетров, пойманных в Северном Каспии, колебалась от 20 до 150 см, 66,0% составляли неполовозрелые особи. Рыб во II, VI—II и II—III стадиях зрелости было 30,0%, а производителей с икрой и молоками в IV стадии — только 4,0%.

Для того чтобы показать изменения, происходящие в процессе роста и при созревании половых желез осетра, мы будем в дальнейшем одновременно анализировать рыб, пойманных как в море, так и в реке.

С увеличением длины тела осетра от 25 до 175 см вес его (масса) возрастает от 0,13 до 47,2 кг. У неполовозрелых самок и самцов одинаковой длины вес (масса) тела одинаков. Различия проявляются только у половозрелых рыб длиной более 90 см. Во всех случаях самки

Таблица 3

Вес (масса) тела и тушки самок и самцов осетра различной длины в море и реке (в кг)

Длина рыб (l), см	Вес (масса) тела				Вес (масса) тушки				Число определений
	самок		самцов		самок		самцов		
	в море	в реке	в море	в реке	в море	в реке	в море	в реке	
25	0,13	—	0,13	—	0,11	—	0,11	—	3
35	0,24	—	0,24	—	0,19	—	0,19	—	4
45	0,59	—	0,57	—	0,44	—	0,44	—	5
55	—	—	1,6	—	—	—	—	—	1
65	2,3	—	2,4	—	1,8	—	1,8	—	11
75	3,9	—	3,3	2,6	3,2	—	2,8	2,1	10
85	5,4	—	5,5	5,6	4,6	—	4,6	4,9	30
95	8,5	7,2	7,7	7,5	7,4	5,7	6,4	6,7	85
105	12,0	11,3	11,9	9,3	10,4	9,1	10,3	8,4	179
115	15,0	14,4	—	12,6	12,9	11,5	—	11,3	167
125	20,2	17,9	19,3	16,7	16,7	14,4	16,5	15,1	163
135	28,5	22,8	26,0	19,9	20,1	18,3	22,5	17,4	100
145	35,8	26,6	—	20,4	23,5	21,6	—	17,4	47
155	40,5	33,0	—	—	—	26,5	—	—	11
165	—	38,0	—	24,0	—	30,5	—	20,0	6
175	—	47,2	—	—	—	35,2	—	—	2

тяжелее самцов. Наиболее резко эти различия проявляются в реке, в море они менее отчетливы. При одинаковой длине как самки, так и самцы в море весят значительно больше, чем в реке. В среднем по всем исследованным группам по отношению к морскому периоду рыбы при заходе в реку теряют около 10,0% своего веса (массы). Уже в море в процессе созревания половых желез происходит уменьшение веса (массы) тушки. Так, например, у самок осетра длиной в 125 см тушка в море в среднем весит 16,7 кг, а при заходе в реку — 14,4 кг. То же наблюдается и у самцов (табл. 3).

У самок и самцов осетра длиной по 50 см вес (масса) половых желез одинаков и составляет около 0,1% веса (массы) тела. Независимо от места поимки с увеличением размеров самок от 65 до 175 см вес (масса) яичников возрастает от 9,5 до 9500 г, или от 0,4 до 20,1% веса (массы) тела. С изменением длины самцов от 65 до 145 см вес (масса) семенников возрастает от 6,5 до 2020 г, или от 0,3 до 9,9% веса (массы) тела.

При одинаковой длине у неполовозрелых самок, пойманных в реке, яичники весят вдвое больше, чем в море, у половозрелых — в 4 раза. У самцов при одинаковой длине тела вес (масса) семенников в море и в реке почти одинаков при совершенно различном состоянии зрелости (табл. 4).

Таблица 4

Вес (масса) половых желез осетра различной длины в %
веса (массы) тела

Длина рыб (l), см	Самки		Самцы	
	в море	в реке	в море	в реке
65	0,4	—	0,3	—
75	0,7	—	0,5	—
85	0,7	—	0,6	1,9
95	1,5	3,9	0,5	2,4
105	1,6	6,0	2,1	2,7
115	3,1	12,5	—	3,1
125	2,8	13,5	3,6	3,5
135	2,7	14,1	4,2	3,7
145	15,0	13,5	—	9,9
155	—	15,7	—	—
165	—	14,9	—	—
176	—	20,1	—	—

Так как в море большинство половозрелых самок находятся во II и III жировой стадии, то коэффициент зрелости, т. е. вес (масса) половых желез, выраженный в % веса (массы) тела, у них очень низок и в среднем составляет 3,4%. К моменту захода в реку он увеличивается до 12,2%, а, по данным А. Т. Дюжикова [2], на местах нереста в Средней Волге до постройки Волгоградской ГЭС составлял 21,8%. У самцов этот процесс выглядит по-иному: в море коэффициент зрелости у них составляет 2,0%, при заходе в реку — 3,1%, а на местах нереста — 3,3%.

Таким образом, у самок за период их пребывания в реке относительный вес (масса) яичников увеличивается почти вдвое, у самцов это увеличение выражено очень слабо.

Вопрос о плодовитости осетра мы рассматривали в специальной статье [8]. Здесь же следует упомянуть только о том, что у самок при одинаковой длине тела и состоянии зрелости половых желез величина

плодовитости изменяется пропорционально весу (массе) тушки. Например, у самок длиной 125 см с увеличением веса (массы) тела от 11,0 до 25,0 кг, а тушки — от 9,0 до 19,0 кг плодовитость возрастает от 146 до 314 тыс. икринок.

Печень осетра составляет от 1,3 до 3,0% веса (массы) тела. Ее вес (масса) зависит от пола рыбы, ее возраста и состояния зрелости половых желез.

Наиболее полные данные по изменению веса (массы) тела, тушки, печени и половых желез в процессе созревания последних были собраны по самкам длиной 105; 115 и 125 см, а по самцам — 105; 115 и 95 см. Для того чтобы можно было сопоставлять изменения веса (массы) рыб различной длины, в пределах каждой размерной группы, вес (масса) тела, тушки, печени и половых желез выражали в процентах от их веса (массы) в VI стадии, условно принимаемой за 100%.

Отсутствие существенных различий в характере изменений весовых показателей в пределах рассматриваемых групп позволило ограничиться приведением средних величин по самкам и самцам (табл. 5).

Таблица 5

Изменения веса (массы) тела, тушки, печени и гонад осетра при созревании половых желез, в % к их весу (массе) в VI стадии

Вес (масса)	Стадии зрелости				
	II нежировая	II жировая	III	IV	VI
Самки					
Тела	154	184	158	155	100
Тушки	143	163	146	133	100
Печени	156	210	141	129	100
Яичников	140	256	630	835	100
Самцы					
Тела	117	142	120	108	100
Тушки	110	127	126	104	100
Печени	156	208	153	131	100
Семенников	88	254	255	435	100

Полученные данные указывают, что в начальный период развития половых желез до II жировой стадии включительно как у самок, так и у самцов весовые показатели возрастают. По отношению VI стадии у самок вес (масса) тела возрастает до 184, тушки — до 163 и печени — до 210%, а у самцов соответственно — до 142; 127 и 208%. При переходе половых желез в III стадию зрелости еще до начала нерестовой миграции весовые показатели начинают уменьшаться. Эта потеря в отношении веса (массы) тела настолько значительна, что не компенсируется увеличивающимся весом (массой) развивающихся гонад.

Отсутствие различий в характере изменений весовых показателей трех рассмотренных нами размерных групп самок осетра длиной 105; 115 и 125 см указывает на то, что процесс созревания яичников у них сопровождается одинаковыми физиологическими изменениями. Однако, поскольку мы не располагаем достаточно полными данными о рыбах большого размера, мы не можем сказать, как этот процесс протекает у более крупных повторнонерестующих особей.

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕЛА ОСЕТРА В ПРОЦЕССЕ СОЗРЕВАНИЯ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ

Исследовали содержание влаги, сухого остатка, жира, общего, белкового, экстрактивного и аминного азота в теле осетра.

У неполовозрелых рыб с увеличением длины от 20 до 90 см содержание сухого вещества возрастает с 19,1 до 24,4%. У более крупных особей оно уже определяется не только размерами тела, но и состоянием зрелости половых желез.

В среднем для самок по мере созревания яичников сухое вещество возрастает с 26,0% во II нежировой стадии до 32,3% в III стадии, а затем снова уменьшается до 23,5% в посленерестовый период (табл. 6).

Таблица 6

Содержание сухого вещества и жира в мышцах самок осетра при различной длине тела и состоянии зрелости яичников (в %)

Стадии зрелости	Длина рыб, см								
	75	85	95	105	115	125	135	145	155
Сухое вещество									
II нежировая	22,1	24,4	24,5	26,1	25,1	27,0	31,4	—	26,0
II жировая	—	—	27,5	31,8	31,6	33,0	—	—	31,7
III	—	—	—	31,1	31,5	33,6	31,7	32,3	32,3
IV	—	—	—	27,3	32,0	32,9	30,6	32,8	31,8
VI	—	—	23,9	22,0	21,3	24,7	—	25,5	23,5
Жир в % от сырого вещества									
II нежировая	3,1	2,6	5,5	7,6	6,3	8,4	10,8	—	6,7
II жировая	—	—	10,1	13,7	13,3	14,5	—	—	13,5
III	—	—	—	11,3	12,1	14,5	11,5	15,4	12,9
IV	—	—	—	7,6	11,9	12,8	12,5	13,1	12,4
VI	—	—	4,9	6,5	3,5	5,0	—	9,8	5,7

Поскольку процентное содержание влаги в теле осетра является обратной величиной по отношению к сухому веществу, то на особенностях его изменения можно не останавливаться.

Содержание жира в теле осетра значительно изменялось и составляло у отдельных особей от 1,1 до 22,3% сырого вещества. У неполовозрелых рыб длиной от 20 до 90 см жирность равна 1,1—3,2%. У половозрелых самок она, с одной стороны, зависит от размеров рыбы, а с другой — от состояния зрелости яичников. В среднем при переходе яичников из II нежировой во II жировую стадию жирность возрастает с 6,7 до 13,5%, а затем уменьшается до 5,7% в VI стадии. Самцы по сравнению с самками характеризуются более высоким содержанием жира.

По сравнению с другими элементами содержание общего азота в мышцах осетра наиболее стабильно. У отдельных особей оно колеблется от 2,44 до 2,77%, незначительно изменяясь в зависимости от пола и размеров рыбы.

Экстрактивный азот тела у отдельных особей составляет от 0,32 до 0,85% от сырого вещества. Как у самок, так и у самцов с увеличением длины его содержание немного уменьшается. У самок при заходе из моря в реку количество этого элемента возрастает на 50—100%. При этом меняется и соотношение между экстрактивным и общим азотом.

В море как у самок, так и у самцов различной длины содержание аминного азота было приблизительно одинаковым и колебалось от 0,32 до 1,10 мг на 1 г веса (массы) тела. Заход самок в реку сопровождается увеличением количества азота в теле рыб в 2—4 раза. В отношении самцов в речной период ничего определенного сказать нельзя, так как материал по ним слишком мал.

Для того чтобы получить более ясное представление об изменениях в характере азотистого обмена у самок осетра после их захода в реку, вычислили средние величины содержания общего, экстрактивного и аминного азота для рыб, пойманных как в море, так и в реке. Анализ полученных данных показал, что при переходе из моря в реку содержание общего азота практически остается без изменения, возрастая только на 2,3%. Количество белкового азота уменьшается на 10,7%, экстрактивного — увеличивается на 77,0%, аминного — на 304,0%.

Из этого видно, что заход самок осетра в реку сопровождается изменением в направлении азотистого обмена. Аминный азот расходуется на построение яичного белка. Так как после захода в реку рыба перестает питаться, то увеличение его содержания достигается за счет расщепления резервных белков тела.

В отличие от содержания жира и сухого вещества процентное содержание общего, экстрактивного и аминного азота у самок осетра различной длины, в пределах одной и той же стадии зрелости, почти не изменяется. Это позволяет при анализе рыб с различным состоянием зрелости половых желез ограничиться рассмотрением их средних величин. Из табл. 7 видно, что содержание общего азота в мышцах в процессе созревания половых желез изменяется незначительно — от 2,61 до 2,43%. Максимум содержания белкового азота, равный 2,13%, приходится на II нежировую и II жировую стадии, а минимум, равный 1,89%, — на III стадию. Такое понижение обусловлено тем, что в это время резко возрастает содержание экстрактивного и особенно аминного азота. Количество последнего по сравнению со II жировой стадией рыб увеличивается почти в 8 раз. В IV стадии зрелости по сравнению с III содержанием этих элементов у рыб, хотя и уменьшается, но все еще остается высоким.

Самки осетра с яичниками в III и IV стадиях зрелости в основном были пойманы в одно и то же время при заходе в Волгу. Содержание в их мышцах экстрактивного и аминного азота указывает, что заход в реку рыб с менее развитыми яичниками сопровождается более интенсивным расщеплением белка тела.

Самки осетра входят в Волгу частично в III, а в основном в различной степени завершенности IV стадии зрелости яичников. Вес (мас-

Таблица 7

Содержание общего, белкового, экстрактивного и аминного азота в теле самок осетра при различном состоянии зрелости яичников в % к сырому веществу

Показатели	Стадии зрелости				
	II нежировая	II жировая	III	IV	VI
Общий азот	2,61	2,51	2,59	2,58	2,43
Белковый азот	2,13	2,13	1,89	1,92	1,93
Белок	13,31	13,31	11,81	12,00	12,06
Экстрактивный азот	0,48	0,38	0,70	0,66	0,50
Аминный азот в мг на 1 г . . .	0,55	0,42	3,32	1,39	0,53

са) икринок у этих рыб подвержен очень значительным колебаниям. С гистологических позиций он не является абсолютным критерием степени их зрелости. Икринки в IV завершённой стадии развития могут иметь меньший вес (массу) по сравнению с икринками, не достигшими этого состояния. У исследованных нами в 1963 г. самок мы не имели возможности определить степень завершенности IV стадии зрелости яичников. Но независимо от этого важно было выяснить, в какой мере весовой рост икринок сказывается на состоянии организма.

У исследованных в этот период самок осетра вес (масса) 1 тыс. икринок составлял 6,0—19,0 г. С увеличением его в этом интервале содержание влаги в мышцах увеличивается, а содержание жира, экстрактивного и аминного азота уменьшается (табл. 8).

Таблица 8
Химический состав мышц самок при различном весе (массе) икринок (в %)

Показатели	Средний вес (масса) 1000 икринок, г			
	6	10	14	18
Влага	67,5	67,2	69,0	72,2
Сухое вещество	32,5	32,8	31,0	27,8
Жир	13,2	12,8	11,9	9,0
Общий азот	2,64	2,66	2,63	2,34
Экстрактивный азот	0,89	0,69	0,55	0,57
Аминный азот в мг на 1 г	2,50	1,51	1,42	1,30

Полученные данные показывают, что рост икринок сопровождается истощением организма и по мере приближения икринок к дефинитивному весу (массе) интенсивность расщепления белка тела ослабевает.

Биохимический состав половых желез осетра в процессе их разви-

Таблица 9
Изменение химического состава половых желез осетра в процессе их созревания в % от сырого вещества

Показатели	Стадии зрелости					
	I	II нежировая	II жировая	III	IV	VI
Самки						
Сухое вещество	50,5	63,6	82,3	48,7	46,8	12,4
Влага	49,5	36,4	17,7	51,3	53,2	87,6
Жир	43,3	56,8	74,7	20,2	16,1	2,0
Общий азот	1,10	0,81	0,46	4,21	4,11	1,59
Белковый азот	0,80	0,58	0,35	4,06	3,94	1,22
Экстрактивный азот	0,30	0,23	0,11	0,15	0,17	0,37
Аминный азот в мг на 1 г	0,37	0,30	0,15	0,20	0,38	0,49
Самцы						
Сухое вещество	—	72,1	90,4	—	31,4	—
Влага	—	17,9	8,6	—	68,6	—
Жир	—	64,3	85,8	—	11,0	—
Общий азот	—	0,79	0,33	—	2,8	—
Белковый азот	—	0,42	0,13	—	2,17	—
Экстрактивный азот	—	0,37	0,20	—	0,63	—
Аминный азот в мг на 1 г	—	0,34	0,13	—	0,63	—

тия подвергается значительным изменениям. До II жировой стадии содержание азотсодержащих фракций и влаги уменьшается, а жира — увеличивается до 74,7% у самок и до 85,8% у самцов. В последующий период, до IV стадии включительно, содержание жира падает, а азотсодержащих фракций и особенно белковой — резко возрастает (табл. 9).

Яичники после удаления из них икры, или так называемая пробойка, по отношению к общему весу (массе) в III стадии составляет 16,3%. В это время в ней содержится 51,0% сухого вещества, 40,6% жира и 0,85% общего азота. При переходе в IV стадию ее относительный вес (масса) уменьшается до 8,1%, сухой остаток — до 29,1%, жир — до 12,5%, а общий азот возрастает до 1,58%.

В процессе созревания и нереста меняется также и химический состав печени. Однако в печени эти изменения не так резко выражены, как в мышцах или яичниках. Содержание сухого вещества колеблется от 26,6 до 30,9%, жира — от 8,2 до 11,5%, белкового азота — от 1,58 до 1,74%, аминного азота — от 1,14 до 1,34 мг на 1 г веса (массы) печени. Максимальное относительное содержание сухого вещества, жира, общего азота и белка приходится на IV стадию, минимальное — на VI. Обращает на себя внимание очень высокое содержание в печени аминного азота, что является показателем ее активного участия в белковом обмене.

НАКОПЛЕНИЕ И РАСХОДОВАНИЕ ЖИРА И БЕЛКА В ТЕЛЕ ОСЕТРА В ПРОЦЕССЕ СОЗРЕВАНИЯ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ

Мы уже говорили о том, что при созревании половых желез осетра вес (масса) его тела и тушки значительно изменяется. Поэтому одни только величины процентного содержания того или иного вещества не отражают динамики процесса его накопления и расходования. Для получения более полного представления необходимо проследить за количественными изменениями в абсолютных величинах у особей одинаковой длины. Для примера проанализируем самок осетра длиной 125 см, о которых собран большой материал. При переходе гонад из II нежировой во II жировую стадию вес (масса) рыбы возрастает с 18,7 до 22,8 кг. Дальнейший процесс созревания сопровождается уже потерей веса (массы) от 18,3 кг в IV стадии и до 11,6 у отнерестовавших покатников. Содержание отдельных элементов в тушке самок осетра при различном состоянии зрелости яичников представлено в табл. 10.

Таблица 10
Содержание отдельных компонентов в тушке самок осетра длиной 125 см по стадиям зрелости яичников (в г)

Показатели	Стадии зрелости					
	II нежировая	II жировая	III	IV	V	VI
Вес (масса) в кг	15,9	17,6	15,4	14,7	—	10,8
Сухое вещество в г	4293	5808	5159	4836	—	2657
Влага	11 607	11 792	10 241	9864	—	8143
Жир	1336	2552	2233	1881	—	540
Белок	2116	2344	1819	1752	—	1300
Экстрактивный азот	76	67	108	97	—	54
Аминный азот в мг на 1 г	8,7	7,4	51,1	20,4	—	5,7
Количество рыб	4	6	7	30	—	5

После нереста по сравнению со II жировой стадией вес (масса) тушки уменьшается на 38,7%, содержание сухого вещества — на 54,2%, жира — на 78,8%, белка — на 44,4% и влаги — на 30,9%.

Полученные данные позволяют говорить, что основной расход жира и сухого вещества приходится на речной период, а белка — на морской.

Процесс восстановления разбит на два периода: от VI до VI—II или II нежировой стадии и от II нежировой до II жировой стадии. Особенностью первого является быстрое восстановление белка тела и влаги при замедленном процессе накопления жира. Особенностью второго периода является ослабление накопления белка при усилившемся отложении жира (табл. 11).

Таблица 11

Расходование и восстановление отдельных компонентов тела самок осетра при созревании яичников по периодам (в %)

Показатели	Общая потеря		В % от общей потери		Восстановление потери в %	
	г	в % от II жировой стадии	потери в море	потери в реке	от VI до VI—II стадии	от II нежировой до II жировой стадии
Вес (масса) тушки	6800	38,7	42,6	57,4	75,0	25,0
Сухое вещество	3161	54,2	30,8	69,2	51,9	48,1
Влага	3649	30,9	52,8	47,2	94,9	5,1
Жир	2012	78,8	33,3	66,7	39,5	60,5
Белок	1044	44,4	55,7	44,3	78,5	21,5

Расход аминного и экстрактивного азота мы не можем вычислить, так как содержание этих элементов определяется физиологическим состоянием организма рыбы. В реке, когда рыба не питается, количество аминного азота будет зависеть от интенсивности расщепления белков тела. Поэтому мы можем только констатировать, что у покатыных самок по сравнению с только что вошедшими в реку концентрация аминного азота уменьшается в 9 раз (см. табл. 10).

Мы располагаем данными по весу (массе) и химическому составу яичников у рыб в море, при заходе их в реку и в период ската. Отсутствуют данные, характеризующие яичники рыб на местах нереста, вес (массу) которых мы можем вычислить ориентировочно. По данным А. Т. Дюжикова [2] вес (масса) 1000 зрелых икринок осетра на нерестилищах в среднем равен 20,6 г. Принимая среднюю плодовитость самки длиной 125 см равной 200 тыс. икринок, находим, что общий вес (масса) икры у нее будет составлять 4120 г. Вес (масса) пробойки приблизительно равен 5%, или 206 г. Таким образом, вес (масса) ястыка будет равен 4326 г. Весовой рост икринок после захода самок в реку происходит без существенных изменений в их химическом составе. Поэтому для наших расчетов мы используем средние величины содержания отдельных элементов в икре IV стадии зрелости.

При заходе рыб в реку вес (масса) яичников по отношению ко II жировой стадии увеличивается в 3 раза, на местах нереста — в 5 раз, а после нереста они весят всего 280 г.

Иная картина наблюдается в отношении сухого остатка и влаги. От II жировой до V стадии зрелости вес (масса) сухого вещества возрастает только в 3 раза при четырнадцатикратном увеличении влажности (табл. 12).

Процесс развития яичников характеризуется интенсивным накопле-

нием в них белка, количество которого возрастает от 16 г во II стадии до 1045 г в V с последующим уменьшением до 21 г в VI стадии (табл. 12).

Таблица 12

Содержание отдельных компонентов в яичниках осетра длиной 125 см
по стадиям зрелости (в г)

Показатели	Стадии зрелости					
	II нежирова- вая	II жирова- вая	III	IV	V	VI
Вес (масса) яичников	439	810	2050	2800	4400	280
Сухое вещество	274	645	1006	1270	1994	51
Влага	165	165	1044	1530	2406	229
Жир	231	581	483	443	684	26
Белок	16	18	447	651	1045	21
Экстрактивный азот	1,0	0,9	3,3	4,7	7,6	1,0
Аминный азот	0,13	0,12	0,41	1,06	1,67	0,14

До II жировой стадии жир интенсивно откладывается в стенках яичника в яйценосных пластинках. В самих овоцитах, находящихся в состоянии протоплазматического роста, его в это время настолько мало, что практически можно не учитывать. В процессе дальнейшего развития жир стенок яичников постепенно расходуется, но наряду с этим происходит его отложение в самих овоцитах. В результате этих двух противоположно направленных процессов уже в III стадии зрелости в самих овоцитах содержится 71,8% жира от общего количества его в ястыке, а в IV стадии — 93,5%.

Теперь рассмотрим, как изменяются величины приростов отдельных компонентов при переходе яичников из одной стадии в другую. Для большей наглядности выразим величину прироста каждого компонента в процентах от его содержания в предыдущей стадии.

При переходе яичников из II нежировой во II жировую стадию увеличение их веса (массы) в основном происходит за счет накопления жира, количество которого возрастает на 151,4%; белок увеличивается только на 12,5%, а количество влаги остается без изменения (см. табл. 13). По сравнению со II в III стадии наибольшим изменениям подвергается белок, количество которого возрастает с 18 до 447 г, или на 2383,3%. Переход в IV, а затем в V стадию зрелости сопровождается дальнейшим ростом яичников и накоплением в них белка, жира и влаги.

После нереста вместе с выметанной икрой яичники теряют 93,6% веса (массы), 97,4% сухого вещества, 96,9% жира и 97,9% белка.

Переход из VI во II стадию, прежде всего, характеризуется резорбцией невыметанных икринок и рассасыванием соединительной ткани. В результате количество белка уменьшается на 23,8%, влаги — на 27,9%, содержание жира возрастает с 6 до 231 г, или на 3850,0% (табл. 13).

На основании данных табл. 11 и 13 перейдем теперь к сопоставлению величин накопления и расходования отдельных элементов, с одной стороны, в теле, а с другой — в развивающихся яичниках самки осетра.

Переход от II нежировой во II жировую стадию характеризуется увеличением веса (массы) как тела, так и яичников рыбы, что в основном обусловлено накоплением жира. Кроме того, в теле заметно возрастает содержание влаги и белка при неизменном содержании

Накопление отдельных компонентов в яичниках осетра в процессе созревания в % от их содержания в предыдущей стадии зрелости

Показатели	Стадии зрелости					
	II—II жировая	II жировая—III	III—IV	IV—V	V—VI	VI—II
Вес (масса) яичников	84,5	153,1	36,6	57,1	-93,6	56,7
Сухое вещество	135,4	55,9	26,2	56,9	-97,4	357,2
Влага	0,00	532,7	50,4	53,2	-90,5	-27,9
Жир	151,4	-16,8	-10,3	57,9	-96,9	3850,0
Белок	12,5	2383,3	45,6	60,5	-97,9	-23,8

этих элементов в яичниках. Таким образом, в целом этот период развития характеризуется положительным балансом накопления жира и белка.

Период развития от II жировой до IV стадии характеризуется уменьшением веса (массы) тушки рыбы на 16,5% за счет интенсивного расходования всех элементов. Вес (масса) яичников же в это время увеличивается главным образом за счет накопления в овоцитах влаги и белка. Количество накапливаемого в них белка превышает величину его потери тушкой. Это указывает, что развитие половых желез на этом этапе происходит не целиком за счет элементов тела, а и за счет питания. За весь период развития 93,6% общего количества израсходованного резервного белка идет на построение яичников и только 6,4% на энергетические затраты. С другой стороны, белок зрелых яичников на 94,7% образуется за счет белка тела и только на 5,3% за счет белков пищи.

Характеристика производителей севрюги. У севрюги, пойманной в Северном Каспии, с увеличением длины вес (масса) тела и тушки самцов и самок возрастает примерно одинаково (табл. 14). У молоди в 20—40 см вес (масса) тушки по отношению к весу (массе) тела составляет 68—76%, а у рыб от 40 до 95 см — 88,0—91,0%. У половозрелой севрюги в связи с развитием половых желез вес (масса) тушки

Таблица 14

Вес (масса) тела и тушки самцов и самок севрюги различной длины (в кг)

Длина рыб (l), см	Вес (масса) тела		Вес (масса) тушки		Число определений
	самок	самцов	самок	самцов	
25	0,08	—	0,06	—	2
35	0,13	—	0,09	—	13
45	0,31	—	0,27	—	6
55	0,6	0,5	0,5	0,4	6
65	0,8	0,9	0,7	0,7	8
75	1,5	1,5	1,3	1,3	10
85	2,6	2,6	2,3	2,3	13
95	3,4	3,4	3,0	3,1	36
105	4,9	5,2	4,2	4,6	44
115	7,6	8,6	6,1	7,3	21
125	11,4	9,6	9,0	7,9	50
135	14,0	15,9	10,9	13,9	23
145	16,6	13,8	12,5	12,1	14
155	17,9	—	13,2	—	2

снова уменьшается до 73% у самок и до 82—87% от веса (массы) тела у самцов.

У молоди длиной до 40 см половые железы весят 1,1—0,3 г, по отношению к весу (массе) тела составляя около 0,1%. У самок длиной 145 см вес (масса) яичников возрастает до 19,4%, а у отдельных особей даже до 30,7% от веса (массы) тела. Максимальный вес (масса) семенников, равный 5,5% от веса (массы) тела, был отмечен у самцов длиной 135 см. У особей размером более 85 см относительный вес (масса) яичников и семенников резко увеличивается, что указывает на начало полового созревания (табл. 15).

Таблица 15
Вес (масса) половых желез и печени самцов и самок севрюги различной длины в % от веса (массы) тела

Длина рыб (l), см	Половые железы		Печень	
	самок	самцов	самок	самцов
55	0,40	0,1	2,1	—
65	0,35	0,1	1,5	1,4
75	0,66	0,4	1,7	1,3
85	1,47	1,2	2,6	1,7
95	1,15	1,4	1,6	1,5
105	4,0	3,5	1,6	1,5
115	7,9	4,4	1,6	—
125	9,4	4,1	1,3	1,1
135	14,6	5,5	1,5	0,8
145	19,4	3,0	1,0	1,8
155	17,3	—	1,6	—

Относительный вес (масса) яичников увеличивается с 1,9% во II стадии зрелости до 27,4% в V, а после нереста уменьшается до 2,2% от веса (массы) тела. Для семенников характерно менее значительное колебание веса (массы), не превышающее 5,1% в IV стадии зрелости (табл. 16).

Таблица 16
Вес (масса) половых желез самцов и самок севрюги по стадиям зрелости в % от веса (массы) тела

Пол	Стадии зрелости						
	I	II нежировая	II жировая	III	IV	V	VI
Самки	0,2	1,9	2,7	5,2	20,0	27,4	2,2
Самцы	0,2	0,8	2,4	—	5,1	4,6	1,7

В Северном Каспии среди половозрелых самок преобладали особи, идущие в Волгу на нерест в IV стадии зрелости и составлявшие по отношению к общему количеству самок 44,7%. Очень много было рыб во II нежировой и II жировой стадии — 46,0%, а в переходном состоянии в III и в III стадии — только 9,3%. Такое же распределение наблюдалось и у самцов.

Отсутствие в это время в Северном Каспии особей с половыми железами III стадии зрелости можно объяснить двояко: или в это время года они не держатся в данном районе, или III стадия зрелости приходится на другие месяцы.

У севрюги с увеличением длины тела от 105 до 155 см абсолютная плодовитость возрастает от 100 000 до 275 000 икринок, причем у особей одинаковой длины, пойманных в реке, она несколько выше, чем в море (см. табл. 17). Относительную плодовитость мы рассчитывали в тыс. икринок на 1 кг веса (массы) тушки. Наибольшая относительная плодовитость как в море, так и в реке отмечена у севрюги длиной 115—125 см, у более крупных особей она уменьшается.

Самки, пойманные в реке, по сравнению с находящимися в море при одинаковой длине тех и других во всех случаях имели более высокую относительную плодовитость (табл. 17).

Таблица 17
Абсолютная и относительная плодовитость (в тыс. икринок) севрюги различной длины

Место поимки	Длина рыб. см						Средняя плодовитость
	105	115	125	135	145	155	
Абсолютная плодовитость							
Море	100	155	225	244	260	275	223
Река	—	175	237	—	305	325	270
Относительная плодовитость							
Море	20,8	25,8	25,8	22,4	21,0	17,2	23,3
Река	—	35,7	29,6	—	24,4	26,0	29,5

С увеличением длины рыбы вес (масса) 1 тыс. икринок последовательно возрастает в море от 8,5 до 11,5 г, в реке — от 11,5 до 13,3 г. В пределах одноразмерной группы рыб у особей, пойманных в реке, по сравнению с находящимися в море, вес (масса) икринок увеличивается в среднем на 16,2% (табл. 18).

Таблица 18
Средний вес (масса) 1 тыс. икринок севрюги различной длины в море и в реке (в г)

Длина рыб (l), см	Море	Река	Увеличение веса (массы) в реке	
			г	%
105	8,5	—	—	—
115	9,9	11,5	1,6	16,2
125	10,1	12,0	1,9	18,8
135	11,1	11,9	0,8	7,2
145	10,7	12,3	1,6	15,0
155	11,5	13,3	1,8	15,6

У самок севрюги одинаковой длины, пойманных в море, с яичника в IV стадии зрелости увеличение плодовитости сопровождается, с одной стороны, пропорциональным увеличением веса (массы) тушки, а с другой — уменьшением веса (массы) икринок. Например, у особей длиной 145 см с изменением плодовитости от 200 до 400 тыс. икринок вес (масса) тушки возрастает с 10,4 до 13,4 кг, а вес (масса) 1 тыс. икринок понижается с 11,3 до 9,5 г (табл. 19).

У отдельных особей севрюги печень по отношению к весу (массе) тела составляет 0,8—2,6% (см. табл. 15). При созревании половых же-

Таблица 19

Вес (масса) 1 тыс. икринок и тушки севрюги при одинаковой длине тела и различной плодовитости

Длина рыб (l), см	Плодовитость в тыс. икринок							В среднем
	75	125	175	225	275	325	375	
Вес тушки, кг								
105	4,8	4,9	—	—	—	—	—	4,9
115	6,2	—	5,9	—	—	—	—	6,0
125	—	—	8,1	8,2	10,2	—	10,2	8,7
135	—	—	9,9	11,1	11,3	—	—	11,0
145	—	—	—	10,4	12,5	13,2	13,4	12,3
Вес (масса) 1 тыс. икринок, г								
105	10,5	6,6	—	—	—	—	—	8,5
115	10,2	—	9,7	—	—	—	—	9,8
125	—	—	9,8	9,2	10,0	8,8	—	9,4
135	—	—	11,9	11,5	11,1	9,2	—	11,2
145	—	—	—	11,3	11,0	9,1	9,5	10,3

лез вес (масса) печени самок последовательно уменьшается от 1,8% во II стадии до 0,9% в V. У самцов это выражено менее отчетливо.

Э. В. Макаров любезно определил возраст у исследованных нами севрюг по спилам первого луча грудного плавника. Встречались впервые, повторно и третий раз нерестующие особи. Повторность нереста определяли по количеству нерестовых марок и фактическому состоянию зрелости половых желез в момент наблюдения.

Возраст впервые нерестующих самок колебался от 9 до 16 лет при средней величине в 12,2 года. У повторно нерестующих особей он изменялся от 12 до 20 лет, в среднем составляя 16,5 года. Средний возраст третий раз нерестующих самок увеличивается до 20,5 лет (табл. 20). Среди самцов также встречались особи трех нерестовых групп. На основании полученных данных можно говорить, что с каждым последующим нерестом наибольшим изменениям подвергается вес (масса) гонад и плодовитость.

Таблица

Характеристика самок севрюги, нерестующих первый, второй и третий раз

Самки нерестующие	Возраст, годы	Длина тела, см	Вес (масса), кг			Плодовитость, тыс. икринок
			тела	тушки	яичников	
Впервые	12,2	118	8,4	7,4	1,0	129
Вторично	16,5	126	11,1	9,3	2,0	181
Третий раз	20,5	133	13,4	10,4	2,9	256

У самок севрюги одинаковой длины с увеличением возраста повышается и вес (масса) икринок. Например, у самок длиной 125 см, пойманных в море, с изменением возраста от 16 до 22 лет вес (масса) 1 тыс. икринок увеличивается от 9,7 до 13,3 г. В реке возраст рыб этого размера колебался от 15 до 19 лет, а вес (масса) 1 тыс. икринок — от 11,1 до 12,6 г.

В среднем по отдельным размерным группам самок севрюги до перехода яичников из II в III стадию зрелости по отношению к VI ста-

дии вес (масса) тела увеличивается до 163%, тушки — до 151% и печени — до 209%. Дальнейшее созревание сопровождается падением их веса (массы). Яичники достигают максимального веса (массы) в V стадии, равного 1661% (табл. 21).

Таблица 21

Изменение веса (массы) тела, тушки, печени и яичников самок севрюги при созревании половых желез в % от их веса (массы) в VI стадии

Вес (масса)	Стадии зрелости					
	II нежировая	II жировая	II—III	IV	V	VI
Телье	115	136	163	161	140	100
Тушки	102	130	151	120	105	100
Яичников	91	187	362	1358	1661	100
Печени	155	183	209	137	98	100

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЫШЦ СЕВРЮГИ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ РОСТА И СОЗРЕВАНИЯ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ

У неполовозрелой севрюги длиной 20—80 см содержание сухого вещества в мышцах колебалось от 20,2 до 23,4%. У более крупных особей оно определялось не только размерами рыбы, но и состоянием зрелости ее половых желез.

У половозрелых самок содержание сухого вещества возрастает по мере созревания яичников независимо от длины тела до 36,3% в стадии II—III, а затем постепенно уменьшается до 24,0% в посленерестовый период (табл. 22). У половозрелых самцов содержание сухого вещества в мышцах изменяется примерно так же, как у самок.

Таблица 22

Содержание сухого вещества в мышцах самок севрюги при различной длине тела и состоянии зрелости яичников (в %)

Стадии зрелости	Длина рыб, см								В среднем для рыб длиной 105—155 см
	85	95	105	115	125	135	145	155	
II нежировая	22,7	24,2	23,5	25,6	27,8	31,1	—	—	25,3
II жировая	28,5	29,6	33,1	31,5	36,4	36,3	—	—	34,5
II—III	—	—	—	—	36,6	35,9	36,2	—	36,3
IV	—	—	28,5	26,8	38,4	28,1	33,5	27,1	28,6
V	—	—	—	25,6	24,6	24,2	26,8	26,4	25,6
VI	—	—	—	22,8	23,1	24,1	24,9	—	24,0

Содержание жира в мышцах отдельных особей севрюги колеблется от 1,1 до 18,4%. У неполовозрелых особей длиной до 80 см содержание его в среднем составляет 3,7%. По достижении самками и самцами длины 85 см жирность их возрастает почти в 2 раза, что, по-видимому, связано с накоплением жира в период, предшествующий половому созреванию.

У половозрелых рыб содержание жира, так же как и сухого вещества, определяется, с одной стороны, размерами севрюги, а с другой — состоянием зрелости половых желез. В среднем по всем размерным группам самок севрюги с переходом яичников от II нежировой до стадии II—III жирность рыб резко возрастает от 6,8 до 17,4%.

Дальнейшее созревание сопровождается потерей жира, и после нереста его остается только 6,3% (табл. 23).

Таблица 23
Содержание жира в мышцах самок севрюги при различной длине тела и состоянии зрелости яичников (в %)

Стадии зрелости	Длина рыб, см								В среднем для рыб длиной 105—155 см
	85	95	105	115	125	135	145	155	
II нежировая	3,8	5,4	5,2	8,9	9,6	10,9	—	—	6,8
II жировая	10,0	10,1	13,7	12,9	17,5	18,4	—	—	15,6
II—III	—	—	—	—	17,7	17,0	—	—	17,4
IV	—	—	10,0	8,7	9,9	9,2	15,5	7,6	10,3
V	—	—	—	9,0	8,3	4,2	9,6	9,2	8,7
VI	—	—	—	5,5	5,6	6,1	7,2	—	6,3

Жирность самцов несколько ниже, чем самок, при одинаковом состоянии зрелости половых желез: например, во II жировой стадии зрелости она составляла 14,5, а в V — 7,9%.

Относительное содержание отдельных фракций азота в мышцах самок севрюги различной длины постоянно в пределах одной стадии зрелости и лишь незначительно изменяется в процессе созревания яичников. За период их развития от II до V стадии содержание общего азота уменьшается от 2,45 до 2,36%, белкового азота — от 2,05 до 1,84%, а количество экстрактивного азота возрастает от 0,40 до 0,52% (табл. 24).

Таблица 24
Содержание отдельных фракций азота в мышцах самок севрюги при различном состоянии зрелости яичников (в %)

Фракция азота	Стадии зрелости					
	II нежировая	II жировая	II—III	IV	V	VI
Общий азот	2,45	2,42	2,42	2,55	2,36	2,38
Белковый азот	2,05	2,02	1,99	2,10	1,84	1,84
Белок	12,81	12,62	12,44	13,12	11,50	11,50
Экстрактивный азот	0,40	0,40	0,43	0,45	0,52	0,52
Аминный азот в мг на 1 г	0,40	0,38	0,37	0,44	—	—

Химический состав яичников в процессе их развития подвергается значительным изменениям. От I до II жировой стадии зрелости содержание сухого вещества и жира возрастает соответственно до 85,8 и 77,1%. Содержание всех других элементов уменьшается.

В период дальнейшего созревания до V стадии зрелости содержание сухого вещества последовательно уменьшается до 44,4%, жира — до 16,7%, количество общего и экстрактивного азота возрастает. После нереста в пустых яичниках остается жира 1,7%, общего азота 0,95%, а влага составляет 90,0% (табл. 25).

В отличие от яичников семенники достигают максимальной жирности не во II жировой стадии, а при переходе в III стадию зрелости. У двух исследованных самцов в этой стадии зрелости в семенниках в среднем содержалось 99,0% сухого вещества, 95,7% жира, 0,12% общего и 0,03% экстрактивного азота. В IV стадии содержание жира уменьшается до 16,0%, а количество общего азота возрастает до 2,72% (см. табл. 25).

Изменение химического состава половых желез себрюги в процессе их созревания (в %)

Показатели	Стадии зрелости						Стадии зрелости				
	I	II не-жировая	II жировая	II—III	IV	V	VI	II не-жировая	II жировая	II—III	IV
	Яичники						Семенники				
Сухое вещество . . .	62,1	71,3	85,8	75,0	48,1	44,4	10,0	80,3	97,5	99,0	34,2
Влага	37,9	28,7	14,2	25,0	51,9	55,6	90,0	19,7	2,5	1,0	65,8
Жир	52,7	61,2	77,1	61,0	17,5	16,7	1,7	72,0	88,9	95,7	16,0
Общий азот	1,01	0,68	0,42	1,59	3,46	3,48	0,95	0,62	0,21	0,12	2,72
Белковый азот . . .	0,72	0,49	0,30	1,44	3,68	3,35	0,70	0,40	0,14	0,09	2,31
Белок	4,50	3,06	1,87	9,00	20,15	20,29	4,37	2,50	0,87	0,56	14,44
Экстрактивный азот	0,29	0,19	0,10	0,15	0,24	0,30	0,25	0,22	0,07	0,03	0,41
Аминный азот в мг на 1 г	0,33	0,16	0,10	0,16	0,25	0,25	—	—	—	—	—

Интересно привести данные по раздельному анализу: с одной стороны, чистой икры, а с другой — пробойки. Исследовали икру, вес (масса) 1 тыс. икринок которой колебался от 1,0 до 13,0 г. Икринки с минимальным весом (массой) соответствовали переходному состоянию яичников из II в III стадию, а самые крупные икринки — V стадии зрелости. В процессе роста содержание в них сухого вещества и жира уменьшается приблизительно на 2,5%, содержание белка практически остается без изменения, а количество экстрактивного и аминного азота возрастает (табл. 26).

Таблица 26

Изменение химического состава икры и пробойки в процессе развития яичников себрюги (в %)

Стадии зрелости	Сухое вещество	Влага	Жир	Общий азот	Белок	Экстрактивный азот	Аминный азот в мг на 1 г
Икра							
II—III	50,0	50,0	20,0	3,85	23,25	0,13	0,15
IV	47,9	52,1	17,5	3,92	23,12	0,22	0,24
V	47,2	52,8	17,3	3,73	23,20	0,22	0,25
Пробойка							
IV	39,2	60,8	18,8	1,45	6,69	0,38	0,33
V	16,4	83,6	7,6	1,14	—	—	—

Пустые яичники, или так называемая пробойка, в IV стадии зрелости по отношению к весу (массе) яичников с икрой составляют 7,2%. В это время в ней содержится: сухого вещества 39,2%, жира 18,8%, общего азота 1,45% и экстрактивного азота 0,38%. При переходе в V стадию зрелости относительный вес (масса) пробойки уменьшается до 5,2%, а содержание всех элементов резко падает. Полученные данные позволяют говорить о том, что в процессе роста икринок их химический состав подвергается сравнительно незначительным изменениям, в то время как в соединительной ткани ястыка — пробойке — происходят весьма значительные изменения.

На примере самок севрюги длиной 125 см рассмотрим, как протекает процесс накопления и расходования отдельных элементов ее тела при созревании яичников (табл. 27).

Таблица 27

Содержание в тушке севрюги длиной 125 см отдельных компонентов (в г по стадиям зрелости)

Стадии зрелости	Вес (масса) рыбы	Вес (масса) тушки	Сухое вещество	Влага	Жир	Общий азот	Белок	Экстрактивный азот	Аминовый азот
II нежировая	7 800	6 800	1890	4910	653	174	919	27,2	2,72
II жировая	10 300	8 900	3239	5651	1557	214	1112	35,6	3,38
II — III	12 400	10 500	3843	6657	1858	254	1306	45,1	3,88
IV	12 500	8 700	2471	6229	861	219	1125	39,1	3,83
V	11 800	7 200	1771	5429	598	170	828	37,4	—
VI	7 300	6 700	1548	5152	375	158	769	34,8	—

Приводимые данные позволяют вычислить величину расходования каждого из рассматриваемых элементов. До стадии II—III идет процесс накопления, а дальнейшее созревание и нерест сопровождаются их расходованием. Величина потери каждого элемента выражается в процентах от его содержания на стадии II—III: наибольшая она для жира — 79,8%, для влаги — только 22,6% (табл. 28).

Таблица 28

Расходование и восстановление отдельных компонентов тушки самки севрюги при созревании яичников (в %)

Показатели	Общая потеря (в % от стадии II—III)	В % от общей потери			Восстановление потери в % по стадиям		
		потери					
		в море	в реке	во время нереста	от VI до VI—II	от VI—II до II жировой	от II жировой до II—III
Вес (масса) тушки . . .	36,2	47,4	39,4	13,2	2,6	55,3	42,1
Сухое вещество	59,5	59,8	30,5	9,7	14,9	58,7	26,4
Влага	22,6	28,4	53,1	18,5	—16,0	49,2	66,8
Жир	79,8	67,2	17,8	15,0	18,8	60,9	20,3
Общий азот	37,5	36,4	51,0	12,6	16,6	41,7	41,7
Белок	41,1	33,7	55,3	11,0	27,9	36,0	36,1

Рассмотрим теперь, какая часть от общей величины потери каждого компонента приходится на морской, речной период и непосредственно на процесс нереста.

Морской период заканчивается началом миграции рыбы в реку. По отношению к общей величине потеря жира за данный период составляет 67,2%, белка — 33,7%. До начала нерестовой миграции севрюга не прекращает питаться. Поэтому высокий процент потери жира и других элементов позволяет предположить, что развитие яичников в это время протекает весьма интенсивно.

Количества поступающих с пищей питательных веществ не хватает, и организм вынужден расходовать собственные резервы тела. За период пребывания в реке до начала нереста наибольшим является расход белка — 55,3%, а расход жира составляет только 17,8%. Такое соотношение обусловлено тем, что в это время завершается процесс

накопления желтка в овоцитах. Высоким оказался расход всех компонентов и в период нереста. На этот короткий отрезок времени приходится 13,2% потери веса (массы) тушки, 11,0% белка и 15,0% жира. Такой характер расходования позволяет предположить, что резервный запас жира почти исчерпан и на энергетические процессы организм вынужден расходовать белок.

Посленерестовый период, до стадии VI—II, характеризуется удалением из организма избытка влаги и восстановлением потери всех израсходованных элементов. В это время восстановление запасов белка намного опережает накопление жира.

От стадии VI—II до II жировой стадии зрелости резко увеличивается вес (масса) тушки за счет восстановления запасов сухого вещества, жира и влаги, а при дальнейшем переходе в стадию II—III рост веса (массы) происходит, главным образом, за счет накопления влаги.

Вес (масса) яичников в процессе развития от II нежировой до V стадии зрелости увеличивается от 163 до 3160 г. При этом количество сухого вещества возрастает в 12 раз, жира — в 5 раз, а белка — в 128 раз (табл. 29).

Таблица 29

Содержание отдельных компонентов в яичниках севрюги длиной 125 см (по стадиям зрелости в г)

Стадии зрелости	Сырое вещество	Сухое вещество	Влага	Жир	Общий азот	Белок	Экстрактный азот	Аминый азот
II нежировая	163	116	47	100	1,1	5,0	0,3	0,03
II жировая	294	252	42	227	1,2	5,5	0,3	0,03
II—III	558	418	140	340	8,9	50,4	0,8	0,09
IV	2470	1188	1282	432	85,6	497,8	6,0	0,62
V	3160	1404	1756	519	110,1	641,2	7,6	0,79
VI	180	18	162	3	1,7	7,9	0,4	—

Анализ полученных данных показывает, что увеличение веса (массы) яичников при переходе из II нежировой во II жировую стадию зрелости в основном происходит за счет накопления жира, количество которого возрастает на 127% (табл. 30). Количество белка в это время увеличивается только на 10%, а влаги даже немного уменьшается по сравнению с исходным содержанием.

Таблица 30

Накопление отдельных компонентов в яичниках севрюги в процессе их созревания (в % от предыдущей стадии)

Стадии зрелости	Вес (масса) яичников	Сухое вещество	Влага	Жир	Общий азот	Белок	Экстрактный азот
II—II жировая	80,4	117,2	—10,6	127,0	9,0	10,0	0,0
II жировая (II—III)	89,8	65,8	233,3	49,7	641,6	812,7	166,0
(II—III) — IV	342,6	184,2	1165,3	27,0	862,0	891,7	650,0
IV — V	27,9	18,2	36,9	20,1	28,6	28,7	26,6
V — VI	—94,3	—98,7	—90,8	—99,4	98,4	—98,7	—94,1
VI — II	—9,5	542,2	—71,0	3233,0	—35,3	—36,7	—33,3

Переход в III стадию зрелости характеризуется в основном накоплением белка до 812,7% и снижением прироста жира до 49,7%. При переходе из III в IV стадию зрелости характер обмена остается без изменения. Сохраняется интенсивное отложение белка, сопровождающееся накоплением влаги, тогда как количество откладываемого жира продолжает снижаться. Переход из IV в V стадию характеризуется снижением интенсивности отложения всех компонентов. После нереста по отношению к V стадии вес (масса) яичника составляет только 5,7%, а содержащийся в нем белок 1,3% и жир 0,6%. При переходе яичников из VI во II нежировую стадию происходит резорбция невыметанной икры и соединительной ткани. При этом количество белка и влаги уменьшается, а жира — возрастает (см. табл. 30).

Сразу после нереста начинается процесс накопления жира в яичниках. До II жировой стадии он в основном откладывается в стенках яичника и на яйценосных пластинках. При переходе в III стадию с началом трофоплазматического роста овоцитов происходит процесс накопления в них жира при одновременном изъятии его из стенок яичника и расходовании на энергетические процессы. В результате к моменту окончательного созревания в стенках яичников остается только 1,3% жира от общего его количества.

Теперь сопоставим величины накопления и расходования отдельных компонентов, с одной стороны, в теле, а с другой — в развивающихся яичниках (см. табл. 28 и 30).

До перехода в стадию II—III увеличение веса (массы) тушки и яичников происходит за счет отложения в них всех компонентов. Особенно значительным является накопление в тушке жира и влаги и несколько меньшим — белка. Поэтому можно считать, что на этом этапе развитие яичников происходит полностью за счет элементов пищи. В период развития яичников от стадии II—III до IV вес (масса) тушки уменьшается на 1800 г. Вес (масса) яичников же в это время увеличивается, главным образом, за счет накопления белка и влаги. Количество отложенного в них белка намного превышает величину его потери тушкой. Это указывает, что в этот период развитие яичников происходит за счет как элементов пищи, так и резервов тела: приблизительно за счет пищи откладывается 59,6% белка, а резервов тушки — 40,4%. Для этого периода весьма характерна также значительная потеря жира тушки при незначительном его отложении в яичниках. Переход яичников из IV в V стадию зрелости соответствует нерестовой миграции севрюг и в реке. За это время тушка теряет 263 г жира и 297 г белка, а в яичниках откладывается 87 г жира и 143 г белка. Так как рыба в это время не питается, то рост яичников полностью происходит за счет внутренних резервов тела. Во время нереста севрюга теряет 500 г веса (массы) тушки и расходует на энергетические процессы 223 г жира и 59 г белка.

Приведенные данные показывают, что белок яичников образуется на 50,9% за счет пищи и на 49,1% за счет резервного белка тела, а израсходованный за весь период созревания белок тела на 67,7% используется для построения яичников.

Из общей величины потери жира тушкой только 15,0% идут на построение яичников, а остальные 85,0% расходуются на энергетические процессы. 57,0% отложенного в яичниках жира приходится на жир пищи и 43,0% на жир тушки.

Полученные данные позволяют нам проследить за различием в процессе накопления резервных веществ в теле самок севрюги впервые и повторно созревающих. В качестве первых взяты особи длиной 115 см, вторых — 135 см (табл. 31).

Характеристика впервые и повторно созревающих самок севрюги (в % по отношению к VI стадии)

Стадии зрелости	Вес (масса) тушки севрюги длиной		Содержание жира в самках севрюги длиной		Содержание общего азота в самках севрюги длиной	
	115 см	135 см	115 см	135 см	115 см	135 см
II нежировая	100	103	162	224	97	136
II жировая	126	143	295	431	127	145
II—III	—	150	—	418	—	154
IV	111	129	176	196	115	138
V	100	100	148	103	103	103
VI	100	100	100	100	100	100

Из приведенных данных видно, что у повторно созревающих самок в процессе развития половых желез до II жировой стадии величина накопления резервных веществ значительно выше, чем у впервые созревающих самок, а дальнейшее их расходование более интенсивно.

ВЫВОДЫ

1. Половому созреванию самок осетра и севрюги предшествует накопление в их теле резервных веществ. Увеличивается упитанность, содержание сухого вещества и особенно жира. У самок осетра это происходит при длине тела 90—100 см, а у самок севрюги — при 80—90 см.

2. Окончание накопления резервных веществ в теле осетра относится ко II жировой стадии. К этому времени в результате отложения жира и белка рыба достигает наибольшего веса (массы). Одновременно на стенках яичника и яйценосных пластинках откладывается до 85,0% жира от веса (массы) этого органа. У севрюги окончание процесса накопления резервных веществ в тушке совпадает с началом III стадии зрелости, когда содержание жира в яичниках начинает заметно снижаться.

3. Использование резервных веществ тела на построение яичников начинается при переходе последних из II в III стадию, когда рыбы находятся в море и интенсивно питаются.

4. За весь период созревания половых желез, включая нерестовую миграцию и нерест, самки осетра и севрюги расходуют приблизительно одинаковое относительное количество резервных веществ. По сравнению со II жировой стадией зрелости у осетра и II—III — у севрюги вес (масса) их тушки уменьшается в среднем на 37,0%, а содержание в ней сухого вещества — на 57,0%, жира — на 79,0% и белка — на 43,0%.

5. После нереста в теле этих двух видов рыб остается приблизительно одинаковое количество жира и белка, очевидно, являющееся тем минимумом, который обеспечивает дальнейшее нормальное существование рыбы.

6. При одинаковой потере жира и белка за весь период величина расходования этих элементов в море и реке у осетра и севрюги различная. По отношению к общей убыли у осетра потеря жира в морской период составляет 33,3%, белка — 55,7%; у севрюги жира расходуются 67,2%, белка — 33,7%. На построение яичников севрюга использует белок пищи больше, чем осетр.

7. Осетр входит в реку с менее развитыми, чем у севрюги, половыми продуктами, однако наличие значительных запасов жира позволяет ему до года находиться в реке, не питаясь.

8. У севрюги процесс созревания настолько повышает энергетический обмен, что потребляемой пищи не хватает на покрытие всех затрат, и рыба уже в море расходует большую часть накопленных запасов жира. Вследствие этого она не может находиться в реке так долго, как осетр.

9. Из общего количества резервного белка на построение яичников севрюга расходует 67,7%, а осетр — 93,6%. Таким образом, осетр в большей мере и полнее, чем севрюга, использует резервный белок на построение яичников.

10. Зрелые яичники осетра и севрюги образуются за счет белков тела и пищи. У осетра белки тела составляют 94,7%, пищи — 5,3%, у севрюги — соответственно 50,9% и 49,1%.

11. У самок осетра одинаковой длины количество откладываемого в теле резервного жира и белка находится в прямой зависимости от числа развивающихся овоцитов. Например, у рыб длиной 125 см при плодовитости 146 тыс. икринок тушка весит 9,0 кг, а при плодовитости 314 тыс. вес (масса) ее увеличивается до 19,0 кг. У севрюги эта зависимость не так четко выражена.

12. Заход самок осетра в реку сопровождается усилением расщепления резервного белка тела, расходуемого на построение яичников, что выражается в повышении содержания экстрактивного и аминного азота в мышцах. У севрюги, которая входит в реку с более зрелыми яичниками, такого явления не наблюдается.

13. Как у осетра, так и у севрюги созревание яичников сопровождается перераспределением в них жира. Жир, который откладывается в стенках яичников и на яйценосных пластинках до II жировой стадии зрелости, к концу периода созревания почти полностью расходуется. Одновременно происходит его накопление в овоцитах приблизительно с такой же интенсивностью, с какой расходуется он из стенок яичника.

14. Переход яичников из VI в VI—II стадию сопровождается восстановлением в теле всех израсходованных элементов, главным образом белка. В яичниках в это время происходит интенсивное накопление жира, а количество белка уменьшается вследствие резорбции невыметанных икринок и соединительной ткани.

15. Необходимость накопления в теле резервного белка и жира в количествах, обеспечивающих развитие гонад, а также расход энергии является основной причиной того, что повторное созревание у осетра и севрюги происходит с интервалом в несколько лет. Продолжительность этого периода обусловлена рядом причин. В разных участках моря условия откорма неодинаковы, поэтому интенсивность накопления резервных веществ рыбами будет различной. Кроме того, она будет зависеть также от размера и возраста рыб. При одинаковой длине тела рыб существенное влияние будет оказывать и количество развивающихся овоцитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белянина Т. Н. и Макарова Н. П. Некоторые закономерности распределения жира в организме рыб в связи с созреванием гонад. Теоретические основы рыбоводства. Изд-во «Наука», 1965.
2. Дюжиков А. Т. Состав стада и размножение осетра на Волге ниже Волжской ГЭС. Труды Саратовского отделения ГосНИОРХ. Т. 6, 1960.
3. Дюжиков А. Т. Численность и структура стад волжских проходных рыб, как

- отражение величины и особенностей их ареалов. Сб. «Вопросы экологии». Т. 5, 1962.
4. Дюжиков А. Т. и Серебрякова Е. В. Некоторые черты экологии и продолжительности полового цикла осетровых рыб Волги. Труды ВНИРО. Т. LVI, 1964.
 5. Збарский Б. И., Иванов И. И., Мардашев С. Р. Биологическая химия. М., Медгиз, 1951.
 6. Казанчеев Е. Н. Рыбы Каспийского моря. Изд-во «Рыбное хозяйство», 1963.
 7. Кривобок М. Н. и Тарковская О. И. Определение жира в теле рыб. Руководство по методике исследований физиологии рыб. Изд-во АН СССР, 1962.
 8. Кривобок М. Н. Роль плодовитости в процессе созревания яичников волго-каспийского осетра. Труды ВНИРО. Т. VI, 1964.
 9. Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб. Изд-во «Наука», 1966.
 10. Павлов А. В. Материалы по ходу и составу стада осетровых в р. Волге в 1958—1962 гг. Труды ВНИРО. Т. V, 1964.