

УДК 597.562 : 597—117.57 : 597—154.343

ИССЛЕДОВАНИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ БАЛТИЙСКОЙ ТРЕСКИ
В ПЕРИОД ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ И НЕРЕСТА

И. Ф. Вельтищева, Г. Н. Токарева

Изучение процессов, происходящих у рыб в период созревания, имеет огромное значение, поскольку характер созревания определяет сроки образования нерестовых скоплений и величину будущего пополнения.

Вопросу созревания балтийской трески посвящено довольно много исследований (Токарева, 1963, 1967; Широкова, 1969; Бирюков, 1970; Лаблайка и др., 1975; Дементьева, 1976).

В большей степени он освещен в физиологических исследованиях (Масленникова, 1966, 1968; Кривобок, Токарева, 1972; Богоявленская, Вельтищева, 1972; Шатуновский, Богоявленская, Вельтищева, Масленникова, 1975; и др.), в которых подробно рассмотрены изменения в обмене веществ у самок и самцов трески в процессе созревания при переходе из одной стадии зрелости в другую. Исследования проводились как на модальной группе рыб, так и в возрастном аспекте.

Наши материалы полностью подтверждают основные закономерности изменения обмена веществ при созревании балтийской трески. Данная статья посвящена вопросу ее генеративного обмена.

На протяжении 1972—1976 гг. исследовали треску, пойманную в районе Клайпеды. Основную массу проб собирали в преднерестовый и нерестовый периоды. Всего за это время для биологических и биохимических анализов взято около 1,5 тыс. рыб. Анализировали собранный материал с учетом возраста, стадии зрелости и других биологических показателей трески.

Таблица 1

Изменение биохимических показателей у трески
по стадиям зрелости

Стадия зрелости	Печень			Гонады			n
	% от		г/кг рыбы	Кoeffи- циент зрелости, %	г/кг рыбы	Содержа- ние влаги в мышцах, %	
P	сырой массы						
Поймана в мае 1974 г.							
Самцы 1970 г. рождения							
(V)—VI*	7,7	$\frac{5,1}{64,5}$	$\frac{3,2}{40,9}$	15,0	$\frac{15,4}{3,8}$	82,0	5
V—VI	5,0	$\frac{5,5}{60,6}$	$\frac{2,4}{26,2}$	8,6	$\frac{7,7}{1,9}$	81,8	9
V—(VI)	2,7	$\frac{8,1}{45,0}$	$\frac{1,9}{10,3}$	6,4	$\frac{6,8}{1,6}$	81,3	3

Стадия зрелости	Печень			Гонады			n
	% от		г/кг рыбы	Коэффициент зрелости, %	г/кг рыбы	Содержание влаги в мышцах, %	
	P	сырой массы					
<i>Поймана в марте 1976 г.</i>							
Самки 1971 г. рождения							
(III)—IV	10,3	$\frac{6,8}{59,6}$	$\frac{5,7}{50,3}$	6,2	$\frac{9,9}{1,4}$	80,2	6
III—(IV)	9,6	$\frac{7,8}{53,5}$	$\frac{5,7}{39,4}$	13,8	$\frac{26,8}{5,4}$	80,7	4
IV	8,4	$\frac{8,6}{48,4}$	$\frac{5,3}{29,8}$	22,9	$\frac{33,6}{6,1}$	81,8	3
Самцы 1972 г. рождения							
V	7,5	$\frac{4,6}{63,6}$	$\frac{2,6}{36,6}$	21,1	$\frac{19,1}{4,2}$	81,1	3
(V)—VI	3,5	$\frac{7,5}{53,1}$	$\frac{2,1}{15,1}$	15,2	$\frac{16,3}{4,0}$	81,4	3
V—(VI)	5,8	$\frac{6,8}{59,5}$	$\frac{3,3}{29,0}$	9,1	$\frac{9,0}{2,4}$	80,5	4

* Скобками отмечено, к какой стадии зрелости ближе рыба.

Примечание. В дробях: числитель — белок, знаменатель — жир.

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, как происходят изменения в организме рыбы в процессе созревания и как важно исследователю пользоваться биологически однородным материалом.

Как следует из табл. 1, даже при незначительном различии в стадиях зрелости трески колебания в запасе питательных веществ в печени, в накоплении (или расходовании) их в гонадах, в расходовании белков мышц велики.

Примеры взяты для наиболее критических стадий зрелости, когда жир печени и белки мышц наиболее интенсивно перераспределяются в гонады; для самок — это переход от III к IV стадии, для самцов — от V к VI. Исследования с применением радиоактивных изотопов (Вельтищева, Богоявленская, Сорвечев, 1975), показали, что стадия V—VI характеризуется предельным истощением организма и крайне высоким уровнем обмена, когда начинаются интенсивные восстановительные процессы.

Генеративный обмен исследовали у трески в возрасте в основном от двух до шести лет. В первые два года жизни до наступления половой зрелости самцы и самки трески существенно не различаются между собой ни по весовым показателям, ни по характеру накопления запасных питательных веществ в печени.

Содержание белка и жира у двухлетней неполовозрелой трески (январь 1972 г.)

Длина рыб, см	$\frac{29,3}{28,3}$
Масса рыб, г	$\frac{315}{291}$

Печень

	16,7
масса, г	14,9
	6,0
% от <i>P</i>	5,9
Содержание, г/кг массы рыбы	
	3,3
белка	3,0
	30,4
жира	30,1
	20
Число исследованных рыб	11

Примечание. В дробях: числитель — самцы, знаменатель — самки.

В период полового созревания, который у основной массы самцов начинается на третьем году жизни, а у самок на 3—4 году, обмен веществ значительно различается как по уровню, так и по направленности процессов. Относительная масса печени у самцов ниже, чем у самок, независимо от стадии зрелости и сезонов года, а направленность жирового и углеводного обменов по стадиям зрелости (Богоявленская, Вельтищева, 1972) различаются значительно.

У самок от одного до четырех лет обнаруживается закономерное увеличение не только абсолютной, но и относительной массы печени (от 4,8 до 8,2%). По мере роста усиленно накапливаются питательные вещества на единицу массы рыбы: жира от 24,5 до 45,4 г/кг, белка печени от 2,6 до 4,5 г/кг; наиболее интенсивно накапливается жир у самок в возрасте от трех до четырех лет.

У самцов при созревании изменения в биохимическом составе органов и тканей выражены в меньшей степени: относительная масса печени от второго к третьему году жизни возрастает с 5,9 до 6,4%. Удельное содержание жира увеличивается соответственно с 30,1 до 31,4 г/кг, а белка печени с 3 до 3,6 г/кг.

У впервые созревающих особей (самцов — на втором году, самок — на третьем) обмен веществ в преднерестовый период довольно напряжен, особенно у самок (табл. 2), что выражается в меньшей обеспеченности запасными питательными веществами (на данной стадии) по сравнению с последующей возрастной группой (самцы — в 3 года, самки — в 4 года), более высоким процентом влаги в мышцах и меньшим коэффициентом зрелости на IV—V стадиях.

В пределах одного поколения трески в одни и те же календарные сроки более крупные особи, как правило, созревают раньше, у них раньше начинается линейный рост, раньше закладывается годовое кольцо и намечаются новые приросты на отолитах (Токарева, 1963). У самок эта разница выражена сильнее, чем у самцов.

Разные сроки созревания балтийской трески, по-видимому, являются следствием ее физиологической разнокачественности. Так, масса гонад у одновозрастных самок II стадии зрелости может колебаться в пределах 0,2—1,5 г а обмен веществ даже при незначительном изменении массы гонад у рыб меняется очень сильно.

Изменения в обмене веществ созревающих рыб

Год рождения и возраст	Стадия зрелости	Длина рыб, см	Печень				Содержание влаги в мышцах, %	n	Коэффициент зрелости, %
			масса, г	% от Р	% от сухой массы	г/кг массы рыбы			
<i>Поймана в марте 1975 г.</i>									
Самки									
1972 г. 2+(3)	II	35,8	19,8	5,2	$\frac{7,9}{47,7}$	$\frac{3,6}{21,6}$	79,9	10	0,7
	III	36,2	29,0	7,3	$\frac{7,0}{57,3}$	$\frac{4,4}{35,8}$	79,7	8	3,0
1971 г. 3+(4)	II	39,8	30,3	5,2	$\frac{9,1}{52,3}$	$\frac{4,4}{25,5}$	79,8	4	0,6
	II—III	48,2	73,1	7,7	$\frac{7,0}{58,6}$	$\frac{4,5}{37,8}$	79,9	8	0,8
Самцы									
1973 г. 1+(2)	II	31,3	9,9	3,9	$\frac{9,0}{49,7}$	$\frac{3,2}{17,6}$	80,1	3	0,1
	III—IV	31,3	9,4	4,5	$\frac{9,5}{51,4}$	$\frac{4,0}{21,5}$	79,2	1	5,1
1972 г. 2+(3)	II	34,4	12,7	3,6	$\frac{10,8}{42,1}$	$\frac{3,5}{13,6}$	80,3	13	0,2
	III—IV	37,1	24,1	5,8	$\frac{7,2}{58,0}$	$\frac{3,5}{25,5}$	79,9	6	5,8
<i>Пойманы в мае 1975 г.</i>									
Самки									
1972 г. (2+) ³	II	35,4	15,5	4,0	$\frac{8,7}{49,6}$	$\frac{3,3}{18,7}$	80,6	17	0,6
	II—III	35,0	15,0	5,0	$\frac{7,8}{56,1}$	$\frac{3,3}{23,7}$	79,7	1	1,5
1971 г. (3+) ⁴	II	41,6	34,5	5,8	$\frac{8,1}{52,7}$	$\frac{4,0}{26,1}$	80,7	16	0,8
	II—III	48,5	80,4	8,4	$\frac{5,7}{65,9}$	$\frac{4,1}{47,7}$	80,4	5	1,5
<i>Пойманы в марте 1976 г.</i>									
Самки									
1973 г. 2+(3)	II	35,5	21,1	5,5	$\frac{7,6}{54,5}$	$\frac{3,8}{27,4}$	79,9	11	0,5
	II—III	42,4	49,9	6,8	$\frac{8,7}{54,1}$	$\frac{5,4}{33,5}$	80,3	2	2,8
1972 г. 3+(4)	II	40,9	24,7	4,3	$\frac{8,5}{52,7}$	$\frac{3,2}{19,6}$	80,1	2	0,7
	II—III	41,9	40,3	7,1	$\frac{6,9}{58,6}$	$\frac{4,3}{36,6}$	80,4	2	1,4

Примечание. В дробях: числитель — белок, знаменатель — жир.

В табл. 3 приведены данные об изменении биохимических показателей у самок трески II стадии зрелости в возрасте 2+, 3+. Материал в зависимости от массы гонад объединен в три группы: 0—0,5; 0,6—1,0; 1, 1—1,5 г и выше.

Таблица 3

Изменение биохимических показателей у самок трески II стадии зрелости в зависимости от массы гонад

Масса гонад, г	Длина рыб, см	Печень				Коэффициент зрелости, %	n	Год рождения и возраст
		масса, г	% от P	% от сырой массы	г/кг массы рыбы			
<i>Пойманы в ноябре 1972 г.</i>								
0—0,5	30,0	8,0	3,3	$\frac{9,87}{36,97}$	$\frac{3,04}{11,38}$	0,21	1	1970 г. (2+)
0,6—1,0	30,2	16,1	6,3	$\frac{8,66}{48,39}$	$\frac{4,51}{25,21}$	0,37	8	
1,1—1,5	28,3	23,3	10,2	$\frac{6,12}{58,23}$	$\frac{5,34}{50,81}$	0,67	3	
0—0,5	32,5	16,8	5,4	$\frac{12,49}{38,37}$	$\frac{5,94}{18,26}$	0,16	4	1969 г. (3+)
0,6—1,0	32,4	22,4	7,2	$\frac{9,04}{46,65}$	$\frac{5,49}{28,32}$	0,31	5	
1,1—1,5	36,2	35,5	8,3	$\frac{7,27}{56,23}$	$\frac{5,12}{39,61}$	0,78	24	
<i>Пойманы в марте 1974 г.</i>								
2,0—4,5	42,2	43,7	7,5	$\frac{6,3}{59,7}$	$\frac{4,0}{38,0}$	0,60	11	3+ (4)
<i>Пойманы в мае 1974 г.</i>								
1,1—1,5	37,4	24,0	6,5	$\frac{6,4}{55,8}$	$\frac{3,5}{30,1}$	0,40	1	1970 г. (4)

Примечание. В дробях: числитель — белок, знаменатель — жир.

Минимальной массе гонад в пределах каждой возрастной группы соответствует самый низкий уровень обмена веществ. У рыб, входящих в эту группу, минимальная относительная масса печени и самое низкое удельное содержание жира.

Размерный состав рыб всех трех групп практически одинаков: для (2+) — 30,0—30,2—28,3 см, хотя по интенсивности обмена они сильно различаются. Только на четвертом году наиболее упитанная группа рыб обгоняет в росте других особей того же возраста (табл. 3).

Можно предположить, что 25% наиболее упитанных самок III группы в возрасте (2+) созреет к весне следующего года, т. е. вступит в промысел в трехлетнем возрасте, II группа (67%) — в пятилетнем.

По многолетним данным, треска с лучшим темпом роста составляет в уловах до 75%, а тугорослая, нерестящаяся осенью (в сентябре—октябре) в уловах не превышает 10% (Токарева, 1967). Таким образом, небольшая группа рыб (8—12%) с пониженным обменом веществ составляет группу тугорослой трески. Безусловно, в зависимости от конкретных условий года эти цифры в каких-то пределах могут колебаться.

Таким образом, на приведенном примере прослеживается возможная дифференциация рыб одного поколения в зависимости от их физиологического состояния.

Об изменениях обмена веществ в процессе созревания трески при переходе из одной стадии зрелости в другую по возрастам дают достаточно полное представление приведенные выше литературные источники.

Таким образом, рассмотрена физиологическая дифференциация у молодых рыб на II стадии зрелости. Очевидно, такая же физиологическая разнокачественность существует и у созревающих особей в более старшем возрасте. Проследить это можно только на рыбах одного возраста, одной и той же стадии зрелости в конкретных условиях данного года.

Как указывалось выше, при физиологической разнокачественности у созревающих рыб особи с интенсивным обменом должны созревать в более ранние календарные сроки. Таким образом, для получения физиологической характеристики трески одного поколения с разной интенсивностью обмена веществ следует сравнивать рыб одной стадии зрелости в течение всего преднерестового и нерестового периода.

Таблица 4

Сезонные изменения в обмене веществ самок и самцов трески, находящихся в одной стадии зрелости

Время взятия проб	Длина рыб, см	Масса рыб, г	Печень		Коэффициент зрелости	Содержание влаги в мышцах, %	n	Год рождения	Стадия зрелости	Возраст	
			% от P	г/кг массы рыбы							
				белок							жир
Самки											
Ноябрь, 1972 г.	41,4	793	9,5	5,4	47,1	1,6	—	8	1968	II—III 4+	
Февраль, 1973 г.	44,0	880	8,3	5,7	39,6	1,1	—	1			
Январь	33,8	439	7,6	4,5	36,1	0,5	80,3	16	1969	III 3	
Март	34,4	404	7,1	3,3	34,4	0,6	80,6	10			
Май	34,0	351	5,5	3,6	27,9	0,7	80,6	7			
Март	45,7	1014	9,0	4,8	41,6	3,4	79,8	8			
Май	42,3	758	7,1	4,9	31,6	5,6	80,2	5	1971	III—IV 4	
Март	37,0	470	8,3	5,6	38,3	9,5	80,4	1	1969	IV 3	
Май	37,5	535	7,6	5,2	26,7	17,4	81,5	2			
Март	56,5	1752	8,4	5,3	29,0	22,9	81,8	3	1971	IV 5	
Май	49,4	1141	5,9	5,1	20,0	13,2	81,7	2			
Самцы											
Ноябрь, 1972 г.	37,2	547	8,9	6,1	41,6	0,8	—	3	1969	II—III 3+	
Февраль, 1973 г.	33,0	330	5,5	3,1	30,1	1,5	—	1			
Ноябрь, 1972 г.	36,2	537	10,5	5,2	51,5	1,2	—	3	1969	III 3+	
Февраль, 1973 г.	37,1	540	8,0	5,4	39,9	2,3	—	4			
Ноябрь, 1972 г.	42,8	897	9,4	5,3	44,9	2,1	—	3	1968	III 4+	
Февраль, 1973 г.	40,5	663	7,5	3,9	37,6	2,8	—	3			
Январь	34,4	447	6,4	3,6	31,4	0,4	80,5	14	1969	II 3	
Март	33,2	358	6,6	3,3	34,8	0,5	80,7	6			
Май	34,4	378	5,1	3,4	24,7	0,2	80,4	6			
Январь	39,5	700	9,5	2,9	36,9	12,5	79,7	2			
Март	38,0	545	6,8	3,3	31,0	14,3	80,8	2	1969	V 3	
Май	35,7	431	6,2	2,4	26,5	10,3	80,9	3	1972	IV 3	
Март	35,7	477	6,1	2,8	29,7	11,6	79,6	8			
Май	35,0	474	5,1	3,6	22,0	13,2	80,0	2			
Март	51,9	1229	5,0	2,8	27,6	9,5	80,2	2			
Май	54,5	1586	4,8	2,3	24,4	13,1	80,9	1	1970	IV 5	
Март	52,7	1549	7,5	2,6	36,6	21,1	81,1	3	1971	V 4	
Май	47,5	1090	6,9	2,8	35,4	16,6	81,4	4			

В табл. 4 приведены данные для самцов и самок, находящихся на одной стадии зрелости в разные сезоны года в период от начала созревания до массового нереста. Несмотря на то что приведенные в таблице сведения носят несколько фрагментарный характер, четко прослеживается ряд закономерностей.

У самцов и самок разного возраста на любых стадиях зрелости (от II до IV (V) содержание жира и белка повышается ближе к зиме и понижается в мае. Соответственно изменяются относительная масса печени и количество жира на единицу массы рыбы. Запас белка в печени более стабилен, но как было показано ранее, потребность в нем удовлетворяется главным образом за счет мышц. Из табл. 4 следует, что обводненность мышц у созревающих рыб увеличивается к маю. Разнокачественность созревающих особей аналогична той, которая отмечена ранее для рыб на II стадии зрелости (см. табл. 3). Изменение в обмене веществ по сезонам у более молодых особей (2+, 3) не скажется на размерах рыб; треска старше 4 лет различается уже не только по уровню запасных питательных веществ, но и по размерам (в пределах каждой возрастной группы).

Как показали исследования (табл. 5, 6), характер обмена веществ трески зависит от условий конкретного года (гидрологического режима, состояния кормовой базы, определяющей характер роста особей и т. д.).

Анализ данных, приведенных в табл. 5, указывает на синхронное изменение в содержании запасных питательных веществ у самцов и самок по годам.

В табл. 6 представлены данные об изменениях биохимических показателей у самок трески в возрасте 4—5 лет. Пробы собраны в марте и мае в 1974—1976 гг., анализировалась треска рождения 1969—1972 гг.

1974 г. характеризовался благоприятными гидрологическими условиями, дружным нерестом трески, проходившим в сроки, близкие к средним многолетним.

1975 г. оказался аномальным в отношении гидрологического режима. Нерест трески был более растянут. В мае встречались особи в III и даже II—III стадиях зрелости.

1976 г. был годом с удовлетворительным гидрологическим режимом, но обеспеченность трески пищей весной, по данным БалтНИИРХ, была низкой. Этот год отличался ранним началом созревания рыб. Старшие возрастные группы уже в марте находились на IV, V стадиях зрелости. Однако, возможно, из-за ухудшившихся кормовых условий в период созревания, нерест был более растянутым и в мае основная масса рыб была еще на IV—V стадиях зрелости.

На II стадии зрелости и в начале созревания (стадии II—III) треска, пойманная в 1974 г., отличалась значительно большей относительной массой печени и жировым запасом (см. табл. 6). Эти показатели у рыб, пойманных в 1975 и 1976 гг., были довольно близки (несколько меньше запасных питательных веществ было у трески в 1976 г.).

Таблица 5

Обеспеченность питательными веществами самок (числитель) и самцов (знаменатель) трески II стадии зрелости, пойманных в марте в разные годы, в возрасте 2+						
Печень, г/кг массы рыбы		Длина рыб, см	n	Год		
белок	жир			рождения	взятия проб	
3,6	21,6	35,8	10	1972	1975	
3,5	13,6	34,4	13			
3,7	30,6	35,6	37	1971	1974	
4,0	34,7	35,0	32			
4,3	28,6	30,4	4	1970	1973	
4,4	28,8	30,5	3			
3,3	34,4	34,4	10	1969	1972	
3,3	34,8	33,2	6			

Изменение биохимических показателей созревающих самок, пойманных в разные годы

Стадия зрелости	Год		Длина рыб, см	Печень		Коэффициент зрелости	Гонады, % от сырой массы гонад		Содержание влаги в мышцах, %	n	Урожайность поколений	
	взята проба	рождения		% от Р	г/кг массы рыбы		белок	жир				белок
<i>Возраст (3+) 4 года, пойманы в марте</i>												
II	1974	1970	42,6	7,7	4,2	40,7	0,6	13,5	1,9	80,5	12	0,6
	1975	1971	39,8	5,2	4,4	25,5	0,6	—	—	79,8	4	0,3
	1976	1972	40,9	4,3	3,2	19,6	0,7	—	—	80,1	2	2,2
II—III	1974	1970	45,9	9,5	4,1	51,0	0,8	13,7	1,5	80,7	10	
	1975	1971	48,2	7,7	4,5	37,8	0,8	—	—	79,9	8	
	1976	1972	41,9	7,1	4,3	36,6	1,4	13,9	1,3	80,4	2	
III	1974	1970	43,4	8,1	5,2	37,8	4,1	18,5	3,8	80,8	3	
	1975	1971	42,8	7,2	4,9	33,3	3,2	16,1	2,5	79,8	17	
	1976	1972	41,8	6,3	4,2	29,0	3,4	16,2	2,5	80,1	8	
III—IV	1974	1970	45,7	9,3	8,4	36,4	10,9	21,7	4,7	81,1	2	
	1975	1971	45,7	9,0	4,8	41,6	3,4	20,5	3,4	79,8	8	
	1976	1972	43,4	9,7	5,5	45,6	6,5	20,1	3,2	79,8	5	
<i>Возраст 5 лет, пойманы в мае</i>												
IV	1974	1969	51,3	8,6	5,8	30,8	17,6	19,3	3,9	82,7	4	1,8
	1975	1970	53,1	8,8	5,6	35,9	8,3	22,9	3,7	80,3	2	0,6
	1976	1971	49,4	5,9	5,1	20,0	13,2	22,2	4,0	81,7	2	0,3
V	1974	1969	52,6	9,3	6,0	31,8	29,7	12,7	3,0	83,6	9	
	1976	1971	54,0	8,9	5,5	26,1	38,9	12,2	2,6	83,7	9	

Количество влаги в мышцах и коэффициент зрелости у рыб всех трех групп были практически одинаковыми. Несколько больший коэффициент зрелости был у рыб в 1976 г.

На III стадии зрелости еще сохраняется закономерность в распределении запасных питательных веществ у рыб всех трех групп, но треска, пойманная в 1974 г., уже меньше отличается от двух других групп. Зато относительная масса у этих рыб самая высокая (см. табл. 6).

Треска, пойманная в 1974 г., и находившаяся в III—IV стадии зрелости, характеризовалась наименьшим жировым запасом и наиболее обводненными мышцами. Относительная же масса гонад была втрое больше, чем у рыб, пойманных в 1975 г. Треска 1976 г. по массе гонад занимает промежуточное положение.

На IV стадии максимальная масса гонад отмечена у трески, пойманной в 1974 г. (17,6%), затем у трески, выловленной в 1976 г. (13,2%), и у трески, пойманной в неблагоприятном 1975 г. (8,3%). По запасам жира в этот период рыба распределялась в обратном порядке: самое высокое его удельное содержание было у трески, пойманной в 1975 г. (35,9 г/кг), затем у рыб 1974 г. (30,8 г/кг) и самое низкое у трески, выловленной в 1976 г. (20,2 г/кг). Очевидно, ухудшившиеся кормовые условия весны 1976 г. (по данным БалтНИИРХ) потребовали большей нагрузки на организм для завершения развития гонад.

Соответственно величине коэффициента зрелости изменяется и влажность мышц: самая высокая (82,7%) при максимальном коэффициенте — 71,6% (1974 г.) и самая низкая (80,3%) при наименьшем коэффициенте 8,3% (1975 г.).

Видимо, условия существования в период созревания и нереста влияют на уровень обмена веществ трески, что в свою очередь определяет массу половых продуктов и количество выметанной икры. Больше того, интенсивность обмена веществ у рыб одного поколения может меняться в зависимости от конкретных условий года. Так, например, у трески поколения 1970 г., выловленной в 1974 г., запас питательных веществ и коэффициент зрелости были наиболее высокими (см. табл. 6), а у пойманной в 1975 г., — самый низкий по сравнению с другими группами рыб.

Проследить изменения обмена веществ у рыб одного поколения на протяжении ряда лет и сравнить между собой несколько поколений было довольно сложно. Помимо некоторых колебаний в генеративном обмене, существуют четко выраженные возрастные сдвиги во времени созревания. Если созревающие трехлетние самки в мае 1975 г. были на II—III и IV стадиях зрелости, то шестилетние — на IV, V стадиях, а восьмилетние — на VI и VI—II. В разные сезоны и годы степень расхождения по стадиям зрелости в возрастном аспекте меняется, но тенденция эта сохраняется постоянно.

У самцов и самок поколения 1969 г. (табл. 7) в общих чертах можно проследить возрастные изменения в накоплении питательных веществ. У впервые созревающих самок на третьем году жизни обмен веществ напряжен; количество жира и белка минимально. Затем до 5 лет оно увеличивается.

Таблица 7

Содержание жира и белка (в г/кг массы рыбы)
у разных поколений трески, выловленных в марте

Самки, III стадия зрелости					Самцы, IV стадия зрелости					
Жир	Белок	Длина рыб, см	Год		Жир	Белок	Длина рыб, см	Год		
			поим- ки	рож- дения				поимки	рожде- ния	
2+ (3)										
22,4	2,7	34,5	1972	1969	31,0	3,4	35,6	1972	1969	
3+ (4)										
46,4	5,4	40,1	1973	1969	35,6	3,2	37,5	1973	1969	
33,3	4,9	42,8	1975	1971	47,5	4,0	42,8	1974	1970	
4+ (5)										
42,7	4,7	43,5	1973	1968	43,2	3,8	52,9	1974	1969	
43,9	4,9	49,6	1974	1969	27,6	2,8	51,9	1975	1970	
5+ (6)										
50,3	5,0	61,0	1974	1968	22,1	3,1	61,0	1975	1969	

У самцов от 3 до 5 лет несколько увеличиваются жировые запасы при близком количестве белка. На шестом году проявляются признаки старения. Однако у одновозрастных рыб различных поколений, взятых для анализа в разные годы, в одних случаях основная закономерность будет усугубляться, а в других — сглаживаться. Например, очень резкое падение жировых запасов у самцов поколения 1969 г. от 4+ к 5+ с 43,2 до 22,1 г/кг вызвано не только возрастными изменениями, но и неблагоприятными условиями 1975 г. У самок же в этом возрасте (поколение 1968 г.) уже могли бы появиться первые признаки возрастного уменьшения интенсивности обмена веществ, однако этого не происходит. Наоборот, у этой группы рыб наиболее высокий запас питательных веществ, что, вероятно, связано с благоприятными условиями 1974 г.

Рассмотрим рыб в возрасте 4+. У самок поколений 1968—1969 гг., взятых в 1973—1974 гг., показатели запаса питательных веществ были близкими: соответственно 42,7 и 43,9 г/кг массы жира и 4,7—4,9 г/кг белка. Самцы того же возраста поколения 1969 и 1970 гг., несмотря на близкие размеры (52,9 и 51,9 см), очень сильно различались по запасу жира (43,2 и 27,6 г/кг) и белка (3,8 и 2,8 г/кг). Упитанные рыбы были взяты в благоприятном 1974 г., а с малым запасом питательных веществ — в неблагоприятном 1975 г.

Самки в оптимальном возрасте 3+ поколения 1969 и 1971 гг., взятые в неодинаковые по условиям 1973 и 1975 гг., сильно различались по запасам питательных веществ (жира 46,4 и 33,3 г/кг, белка 5,4 и 4,9 г/кг массы рыбы). Этот пример показывает, как на возрастные закономерности генеративного обмена веществ, накладывается «качество» данного года.

До сих пор ничего не сказано о том, в какой мере все отмеченные колебания в обмене веществ родительских особей сказываются на качестве самих гонад.

Можно отметить основную закономерность — изменение процента белка и жира в гонадах по стадиям зрелости (у самцов по сравнению с самками эти изменения ничтожно малы). Количество белка в семенниках от III до V стадии зрелости колеблется от 11,9 до 13,2% от сырой массы, а жира от 2,2 до 3,2, редко до 3,8%. У самок различия по стадиям зрелости более значительны, особенно по количеству белка: на III стадии зрелости белка в гонадах содержится 14—16%, а жира 2,5—3,2%; на IV стадии — 19,9—23,5% белка и 3,4—4% жира; на V стадии — 11—12,6% белка и 2—2,8% жира.

Из табл. 8, в которой приведены данные для самок трески в возрасте от 3 до 8 лет, а для самцов в возрасте от 3 до 7 лет, видно, что содержание белка и жира в гонадах практически неизменно для каждой стадии зрелости.

Таблица 8

Содержание белка и жира в гонадах самцов и самок трески разных возрастов

Возраст	Длина рыб, см	Печень		Гонады		Содержание влаги в мышцах, %	n		
		% от P	г/кг массы рыбы		Кoeffициент зрелости, %			% от сырой массы гонад	
			белок	жир				белок	жир
Самки									
III—IV стадия зрелости (пойманы в марте 1974 г.)									
6	60,3	10,0	5,3	44,8	8,2	19,4	3,4	81,0	6
8	85,0	4,2	3,6	17,2	4,5	21,8	3,6	81,0	1
IV стадия зрелости (пойманы в марте 1976 г.)									
4	41,2	8,0	5,8	28,2	16,2	19,9	3,8	81,4	4
5	56,5	8,4	5,3	29,8	22,9	19,9	3,6	81,8	3
6	62,6	9,0	5,5	38,6	15,5	22,9	3,5	81,9	4
7	76,0	8,5	5,6	35,4	11,7	24,8	3,8	80,8	1
IV стадия зрелости (пойманы в мае 1975 г.)									
3	35,1	6,9	5,2	25,4	8,2	21,5	3,4	80,5	5
4	44,8	10,2	7,6	37,7	11,2	23,0	3,8	80,9	8
5	53,1	8,6	5,6	35,9	8,3	22,9	3,7	80,3	2
6	61,3	8,5	5,2	36,8	9,4	19,3	2,8	80,8	4
7	51,0	12,7	10,8	31,9	11,8	17,9	2,3	81,8	1
8	73,3	12,1	7,7	43,0	13,8	18,4	2,9	81,6	3

Возраст	Длина рыб, см	Печень				Гонады			Содержание влаги в мыш- цах, %	n
		% от P	г/кг массы рыбы		Кoeffи- циент зрелос- ти, %	% от сырой массы гонад				
			белок	жир		белок	жир			
<i>V стадия зрелости (пойманы в мае 1976 г.)</i>										
3	36,1	5,1	3,8	13,1	27,4	10,4	2,1	83,9	2	
4	45,4	6,7	5,1	19,6	35,2	11,3	2,0	84,0	6	
5	54,0	8,9	5,5	26,1	38,9	12,2	2,6	83,7	9	
6	60,0	9,4	6,3	29,4	31,1	12,5	2,6	83,7	3	
Самцы										
<i>IV—V стадия зрелости (пойманы в марте 1976 г.)</i>										
3	37,0	4,8	2,4	23,9	10,7	13,2	2,9	80,5	5	
4	41,8	4,3	2,3	21,4	12,7	12,1	2,9	79,1	8	
5	53,7	5,9	2,7	31,4	14,5	12,0	2,7	81,1	14	
6	61,1	4,6	2,2	22,0	13,8	12,0	2,6	81,2	8	
7	71,6	4,1	2,0	18,7	16,4	12,8	2,7	80,0	1	
<i>V стадия зрелости (пойманы в марте 1976 г.)</i>										
3	37,2	6,2	2,7	34,7	15,0	11,1	2,4	80,4	2	
4	52,7	7,5	2,6	36,6	21,1	12,2	2,7	81,1	3	
5	55,3	7,2	2,5	36,1	21,3	11,9	2,4	81,2	5	
6	62,6	6,7	1,9	24,5	20,7	12,4	2,5	81,1	5	
<i>V стадия зрелости (пойманы в мае 1976 г.)</i>										
4	47,5	6,9	2,8	35,4	16,6	13,2	2,8	81,4	4	
5	50,5	6,6	2,7	33,1	14,7	12,5	2,1	81,9	15	
6	58,0	6,6	2,5	33,7	17,7	12,0	2,5	81,4	1	

Возрастные закономерности в изменении относительной массы печени, запаса жира, обводненности мышц прослеживаются очень четко. Можно проследить, как очень напряженный обмен у впервые созревающих самок в возрасте трех лет и снижение количества запасных веществ у стареющих самцов и самок (после 5—6 лет) приводит к уменьшению коэффициента зрелости, т. е. сокращению массы половых продуктов. Содержание белка и жира в гонадах для данной стадии остается близким.

Невелики колебания количества белка и жира в гонадах также и у трески, пойманной в марте и мае, в разные годы (табл. 9).

Таблица 9

Содержание белка и жира в гонадах самок IV и V стадий зрелости, пойманных в марте (числитель) и мае (знаменатель) в разные годы

Возраст	Кoeffициент зрелости	Печень				Гонады		Содержание влаги в мыш- цах, %	Длина рыб, см	n	Год взятия проб
		% от P	% жира в сырой пече- ни	г/кг массы рыбы		% от сырой массы гонад					
				белок	жир	белок	жир				
<i>IV стадия зрелости</i>											
3	9,5	8,3	47,4	5,6	38,3	22,7	6,9	80,4	37,0	1	1972
	17,4	7,6	46,5	5,2	26,7	22,5	4,8	81,5	37,5	2	
4	16,2	8,0	46,7	5,8	28,2	19,9	3,8	81,4	41,2	4	1976
	18,2	5,7	42,2	4,4	18,8	21,9	3,4	82,1	39,5	1	

Возраст	Коэффициент зрелости	Печень				Гонады		Содержание влаги в мышцах, %	Длина рыб см	n	Год взятия проб
		% от P	% жира в сырой печени	г/кг массы рыбы		% от сырой массы гонад					
				белок	жир	белок	жир				
5	14,9	12,0	51,4	6,5	45,2	23,3	2,7	79,8	56,8	1	1975
	8,3	8,3	53,5	5,6	35,9	22,9	3,7	80,3	53,1	2	
5	22,9	8,4	48,4	5,3	29,8	19,9	3,6	81,8	56,5	3	1976
	13,2	5,9	41,8	5,1	20,0	22,2	4,0	81,7	49,4	2	
<i>V стадия зрелости</i>											
5	6,2	9,9	48,9	5,9	31,2	14,7	2,5	83,7	56,1	6	1976
	38,9	8,9	45,7	5,5	26,1	12,2	2,6	83,7	54,0	9	
6	40,9	11,2	51,4	6,3	36,2	15,8	2,7	83,7	61,7	2	1976
	31,1	9,4	45,7	6,3	29,4	12,5	2,6	83,7	60,7	3	

Наблюдения нескольких лет показали наличие сложных взаимосвязей при накоплении запаса питательных веществ, но любые колебания в обмене веществ, вызванные возрастным фактором, изменяющиеся с сезоном или условиями года — практически не сказываются на качестве половых продуктов, хотя запасы белка и жира в родительском организме могут сильно изменяться. Небольшой запас питательных веществ вызывает сокращение массы половых продуктов, что может сказаться на количестве выметанной икры.

ВЫВОДЫ

1. До наступления половой зрелости самки и самцы трески существенно не различаются по уровню обмена веществ.
2. С началом созревания обмен веществ у самок бывает значительно выше, чем у самцов. У впервые созревающих самок на третьем году жизни обмен веществ особенно напряжен.
3. У двух-, трехлетних самок трески во II стадии зрелости может начаться дифференциация рыб по уровню обмена веществ, которая приводит к появлению рано и поздно созревающих групп рыб.
4. Раньше созревающие особи среди начавших созревать особей характеризуются высоким уровнем обмена веществ.
5. «Качество» года может сказаться на обмене веществ трески, что в свою очередь влияет на сроки созревания и количество выметываемых половых продуктов.
6. Любые колебания в обмене веществ родительских особей существенно не сказываются на качестве половых продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Бирюков Н. П. Балтийская треска, Калининград, 1970, 168 с.
- Богоявленская М. П., Вельтищева И. Ф. Некоторые данные о возрастных изменениях в жировом и углеводном обмене трески Балтийского моря. Труды ВНИРО, 1972, т. 85, с. 56—62.
- Вельтищева И. Ф., Богоявленская М. П., Сорвечев К. Ф. Участие некоторых аминокислот, меченых по C^{14} , в обмене веществ камбалы (*Platichthys flesus* L.) в посленерестовый период. Труды ВНИРО, 1975, т. 96, с. 63—68.

Грауман Г. Б. Изменение биохимического состава икры в зависимости от морфо-биологических особенностей самок балтийской трески. Труды ВНИРО, 1972, т. 85, с. 63—67.

Дементьева Т. Ф. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. М., Изд-во «Пищевая промышленность», 232 с.

Кривобок М. Н., Токарева Г. И. Динамика веса тела и отдельных органов балтийской трески при созревании половых органов. Труды ВНИРО, 1972, т. 85, с. 46—55.

Крюгер Г. Формирование пополнения запаса трески (*Gadus morhua* L.) и кильки (*Sprattus sprattus* L.) Балтийского моря. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биолог. наук, 1974, с.

Лаблайка И. А., Лишев М. Н., Узарс Д. В., Хозиосский С. А. Состав, состояние и эксплуатация запаса балтийской трески и ее значение в пищевых цепях моря. Рыбохозяйственные исследования СССР и ГДР в бассейне Балтийского моря, 1975, с. 31—37.

Масленникова Н. В. Содержание жира в мясе, икре и печени балтийской трески на разных стадиях ее развития. Сб. научно-технической информации ВНИРО, вып. 12, 1966.

Масленникова Н. В. Связь физиологического состояния балтийской трески с некоторыми показателями химического состава ее мышц, печени и яичников. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биолог. наук, 1968, 25 с.

Токарева Г. И. Некоторые данные об особенностях роста балтийской трески. Труды АтлантНИРО, 1963, вып. 10, с. 179—192.

Токарева Г. И. Динамика популяции балтийской трески в связи с особенностями ее биологии и промысла. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биолог. наук, 1967, с.

Шатуновский М. И., Богоявленская М. П., Вельтищева И. Ф., Масленникова Н. В. Исследования генеративного обмена балтийской трески. Труды ВНИРО, 1975, т. 96, с. 57—62.

Широкова М. Я. Темп полового созревания поколений балтийской трески, облавливаемых промыслом в 1961—1963 гг. Труды ВНИРО, 1969, вып. 21, с. 37.

*Investigations of metabolism in Baltic cod
in the maturation and spawning seasons*

Veltishcheva I. F.,
Tokareva G. I.

SUMMARY

The long-term investigations of metabolism in Baltic cod have indicated no noticeable difference in the metabolic rates in immature males and females. With the onset of maturity they become different. The most intensive metabolic rate is observed in specimens at first maturity, in females in particular. Specimens with a great amount of nutrients attain maturity earlier.

The biotic and abiotic conditions of the year may affect metabolism of cod which governs the time of spawning and number of sexual products spawned. Fluctuations in the metabolism of parents do not affect the quality of sexual products.