

УДК 597+597—113.31+597—154.343

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЖИРОВОГО ОБМЕНА
МРАМОРНОЙ НОТОТЕНИИ
(NOTOTENIA ROSSI MARMORATA, FISHER)
В ПРЕДНЕРЕСТОВЫЙ ПЕРИОД**

А. Н. КОЗЛОВ

Начало систематическому изучению сырьевых ресурсов приантарктических вод было положено экспедицией ВНИРО на НПС «Академик Книпович» в 1965 г. В результате дальнейших исследований в 1967—1970 гг. были выявлены некоторые специфические черты биологии антарктических рыб — особенности поведения и размножения, характер питания и т. д. (Шуст, Сильянова, 1971; Пермитин, Тарвердиева, 1972). В связи с изучением биологии возникает необходимость физиолого-биохимических исследований для решения таких важных проблем, как динамика энергетических резервов, использование пищи для роста, закономерности созревания.

Известно, что в процессе роста и полового созревания в организме рыб накапливаются определенные запасы пластических и энергетических веществ, обеспечивающих развитие половых продуктов. Основным источником энергии для метаболических процессов у рыб является жир. Особенности динамики жира накопления определяют характер созревания, качество и количество половых продуктов, время вступления отдельных поколений в нерестовое стадо, а также подготовленность рыб к сезонным изменениям условий их существования. Изучение динамики физиологического состояния рыб в течение жизненного цикла даст возможность выяснить закономерности их естественного воспроизводства, характер распределения и сроки промысла.

При исследованиях обмена веществ антарктических рыб были поставлены следующие задачи:

- 1) дать общую биологическую и физиолого-биохимическую характеристику состояния мраморной нототении в преднерестовый период;
- 2) выявить особенности ее жирового и белкового обмена в связи с ростом, полом и условиями существования.

Материал по жирности мраморной нототении был собран в экспедиции на НПС «Академик Книпович» в марте — начале мая 1970 г. в водах шельфа о-ва Южная Георгия.

На биологический и биохимический анализ было взято 110 рыб. Определяли длину, вес тела потрошенной и непотрошенной рыбы, а также гонад и печени, стадию зрелости половых продуктов.

Для характеристики физиологического состояния мраморной нототении на биохимический анализ было взято 310 проб мышц, печени и половых продуктов. В связи с тем что по результатам технологических исследований жир у нототении распределяется равномерно по всему

телу, для биохимического анализа у всех особей вырезали участок мышц между дорзальными плавниками.

Взятые на анализ пробы помещали в пробирки, закрывали ватно-марлевым тампоном и стерилизовали в автоклаве при температуре 100—105°С и давлении 1 атм в течение 30 мин, после чего пробирки закрывали резиновыми сосками и хранили в холодильнике. В лабораторных условиях пробы гомогенизировали с последующей экстракцией липидов по методу Фолча (Folch and all., 1951). Растворитель выпаривали при температуре 75°С в широких бюксах. Обезжиренный сухой остаток на фильтре доводили до постоянного веса при температуре 100°С по методике А. А. Лазаревского (1955). Количество жира, сухого обезжиренного остатка и влаги в пробе пересчитывали на весь орган или ткань.

Относительный вес мышечной ткани в тушке был рассчитан на основании технологического анализа массового состава мраморной нототении. У рыб длиной 40—60 см относительный вес мышечной ткани в тушке составляет 54%, у крупных рыб (более 60 см) — 48%.

По показателю сухого обезжиренного остатка ориентировочно судили о содержании белка в органах и тканях и его динамике. Были вычислены абсолютное содержание жира и сухого обезжиренного остатка в мышцах, печени и половых продуктах, абсолютное содержание жира в организме рыб, приходящееся на 1 кг веса. Поскольку изменения, которые происходят в организме рыбы при созревании половых продуктов, отчетливее проявляются при сравнении особей одинаковой длины, исследования проводились по отдельным размерным группам. Каждая группа объединяла рыб, различающихся длиной тела не более чем на ±5 см.

Мраморная нототения *Notothenia rossi marmorata* относится широко распространенному в водах Антарктики надсемейства *Notothenidae*. По литературным данным, она встречается в шельфовых водах моря Скоттия у о-ва Южная Георгия и Южно-Оркнейских островов (Norman, 1938). В настоящее время наиболее изучена популяция мраморной нототении, обитающая в районе шельфа о-ва Южная Георгия (Olsen, 1954; Шуст, Сильянова, 1971). Как установил Олсен (1954) и подтвердили дальнейшие исследования ВНИРО, неполовозрелая часть этой популяции держится в прибрежной части шельфа и в заливах острова. Это — особи длиной 20—45 см и в возрасте 2—4 года. Половозрелая часть популяции обитает в водах северной части шельфа о-ва Южная Георгия. Основные этапы жизненного цикла этой части популяции — нагул и размножение — протекают в пределах шельфа. Нерест происходит в осенне-зимний период (май — июнь).

Мраморная нототения — рыба с многовозрастной структурой стада и поздним наступлением половой зрелости в возрасте 5—6 лет при длине тела 45—55 см. Общая продолжительность жизни до 15 лет. Нерестовая часть популяции мраморной нототении состоит из особей в возрасте 5—12 лет, длиной 45—90 см и весом 1—9 кг. Основу составляют особи длиной 60—70 см в возрасте 7—9 лет. Средняя длина половозрелых самок — 65—67 см, вес 5 кг, самцов — 62 см, вес 4 кг. Соотношение полов в преднерестовый период приближается к 1:1,2 с преобладанием самок.

Основу питания мраморной нототении составляют планктонные (*Euphausia superba*) и донные (мизиды, гаммариды) ракообразные, а также гребневки и отчасти рыба.

Нами было исследовано 80 самок и 30 самцов мраморной нототении из района о-ва Южная Георгия в преднерестовый период (март — начало мая 1970 г.). Длина самок в среднем составляла 67,5 см (от 46 до 82 см), самцов — 61,9 см (от 45 до 77 см). Средний вес самок —

5 кг, самцов — 3,8 кг. Изменение веса тела потрошенной и непотрошенной рыбы у самцов и самок в исследуемый период в зависимости от размера представлено в табл. 1.

Таблица 1

Изменение веса тела, порки и коэффициента упитанности у самок и самцов мраморной нототении в зависимости от длины тела

Показатели	Размер, см										
	40—	45—	50—	55—	60—	65—	70—	75—	80—	85—	Сред.
Март											
Вес рыбы, г непотроше- ной	—	1240	2141	2646	3565	4679	5818	6100	6630	3961	
	—	1800	2260	2817	3550	4300	5080	6680	—	3036	
потрошенной	—	1120	1760	1969	2560	3270	3994	4353	4830	2790	
	—	1417	1715	1893	2350	2730	3240	3850	—	2069	
Коэффициент упитанности	—	1,15	1,18	1,02	1,03	1,02	1,01	0,91	0,91	1,04	
	—	1,20	1,10	1,03	1,03	0,95	0,90	0,88	—	1,06	
Число экземпля- ров	—	1	8	7	4	8	5	3	1	37	
	—	3	4	3	1	1	1	1	—	14	
Апрель											
Вес рыбы, г непотроше- ной	—	—	2610	3682	4143	5413	7000	7036	8373	5872	
	—	1150	2085	—	3854	4857	5512	6610	—	4239	
потрошенной	—	—	1870	2507	2767	3343	4056	4190	4867	3559	
	—	950	1575	—	2510	3057	3600	4240	—	2780	
Коэффициент упитанности	—	—	1,12	1,22	1,11	1,06	1,03	0,87	0,89	1,03	
	—	1,10	1,08	—	1,00	0,90	0,90	0,93	—	0,97	
Число экземпля- ров	—	—	1	4	9	6	13	7	3	43	
	—	1	2	—	5	3	4	1	—	16	

Примечание. Здесь и в табл. 2—6 в дробях: в числителе — самки, в знаменателе — самцы.

Отмечено также изменение коэффициента упитанности рыб в зависимости от возраста. Наибольшая упитанность наблюдалась у молодых рыб обоих полов, у старых особей она уменьшается.

Уже визуальные наблюдения показали, что печень у самцов мраморной нототении меньше, чем у самок. Взвешивание печени и вычисление отношения ее веса к весу порки подтвердило это наблюдение. Относительный вес печени у самок составлял в среднем 6,8, у самцов — 3,7%, а средний абсолютный вес соответственно 230 и 90 г. За период наших исследований (март — начало мая) относительный вес печени у самцов не изменился, в то время как у самок несколько увеличился (табл. 2). При сравнении относительного веса печени двух подвидов *Notothenia rossi marmorata*, *N. rossi rossi*, и близкого вида *Notothenia neglecta* можно отметить общие закономерности изменения относительного веса печени в определенные периоды их жизненного цикла (рис. 1). Эти виды, обитающие в сходных условиях среды и

размножающиеся приблизительно в одни и те же сроки, характеризуются, видимо, аналогичной направленностью процессов обмена веществ.

% ОТ ВЕСА ТЕЛА

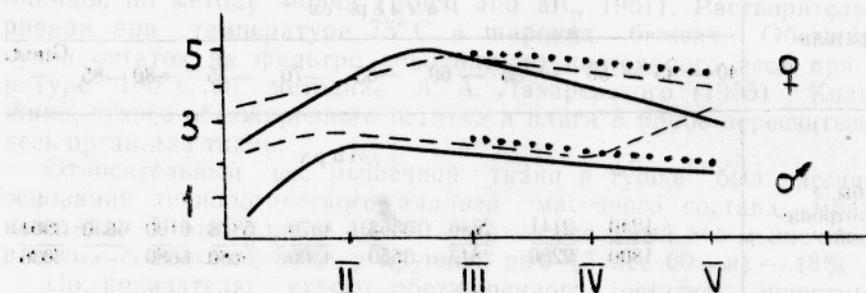


Рис. 1. Изменения относительного веса печени у трех видов нототении по сезонам:

а — *N. rossi rossi* (Hureau, 1970); б — *N. neglecta* (Eversan, 1970); в — *N. marmorata* (данные автора, 1970).

Таблица 2

Изменение абсолютного и относительного веса печени у самцов и самок мраморной нототении в зависимости от длины тела

Показатели	Размеры, см									Ср.
	45—50	55	60	65	70	75	80	85		
Март										
Вес печени абсолютный, г	—	88	113	181	255	288	310	300	—	206
относительный в % к весу потрошеной рыбы	—	5,2	5,8	7,0	7,8	7,2	6,0	6,2	—	6,6
Число экземпляров	—	5	7	4	8	5	3	1	—	33
Апрель										
Вес печени абсолютный, г	—	150	138	198	250	294	277	415	—	256
относительный в % к весу потрошеной рыбы	—	8,0	5,3	7,1	7,4	7,3	6,7	8,6	—	7,1
Число экземпляров	—	1	4	9	6	13	7	3	—	43

В преднерестовый период у мраморной нототении были отмечены следующие особенности созревания половых продуктов. Среди самок в основном встречались рыбы III—IV, IV и IV—V стадий зрелости. В начале периода исследований (март) почти все проанализированные рыбы находились на IV стадии зрелости, а в конце (начало мая) — на IV—V стадиях. По степени зрелости гонад самцы распределялись

несколько иначе. В марте гонады самцов находились в IV стадии зрелости, а в начале апреля в переходном состоянии от IV к V стадии. Первые текущие особи появляются в конце апреля, а в начале мая гонады почти всех проанализированных самцов были на V стадии зрелости.

Рассмотрим изменения, происходящие в гонадах самцов и самок мраморной нототении в процессе созревания. В марте вес гонад и коэффициент зрелости у самцов был значительно выше, чем у самок. К началу мая вес и коэффициент зрелости половых продуктов у самцов увеличился вдвое, у самок за этот же период наблюдалось только некоторое увеличение этих показателей, что свидетельствует о более раннем созревании самцов по сравнению с самками (табл. 3). Аналогичное резкое увеличение коэффициента зрелости половых продуктов самок в преднерестовый период было отмечено и у *Notothenia neglecta* из района Южно-Оркнейских островов (Everson, 1970a). Следовательно, эта особенность присуща не только мраморной нототении.

Таблица 3

Изменение веса половых продуктов и коэффициентов зрелости у самок и самцов мраморной нототении в зависимости от длины тела

Показатели	Размеры, см									
	45	50	55	60	65	70	75	80	85	Ср.
Март										
Вес половых продуктов, г	— 223	178 315	324 700	500 860	691 950	797 1450	767 2290	850 —	540 680	
Коэффициент зрелости	— 17,7	11,3 18,6	16,5 36,8	19,2 34,0	21,3 34,8	20,1 44,7	17,7 59,4	17,6 —	17,9 29,3	
Число экземпляров	— 3	5 4	7 3	4 1	8 1	5 1	3 1	1 —	33 14	
Апрель										
Вес половых продуктов, г	—	300 484	625 —	965 908	1146 1320	1771 1418	1637 1760	1903 —	1361 787	
Коэффициент зрелости	—	16,0 30,7	25,1 —	32,8 36,7	34,1 42,9	42,9 40,5	39,8 41,5	39,2 —	36,5 38,5	
Число экземпляров	—	1 2	4 —	9 5	6 3	13 4	7 1	3 —	43 15	

В преднерестовый период мраморная нототения активно питалась. Средний балл наполнения желудков по пятибалльной шкале был равен — 2. Основу питания составляли гребневники, криль, мизиды и гаммариды.

Классификация разных рыб по степени жирности мяса была дана И. Я. Клейменовым (1952) и Г. Е. Шульманом (1960).

Согласно результатам технологических исследований ВНИРО по содержанию жира и типу его распределения в теле, мраморную нототению следует отнести к группе «жирных» рыб, у которых жир накапливается прежде всего в мышцах, в отличие от «тощих» рыб, у которых жир сосредоточен в других тканях и органах, например, в печени (у тресковых).

Результаты исследований отражают физиологическое состояние мраморной нототении в преднерестовый период. Содержание жира в тканях и органах нототении дается по сырому веществу.

Мраморная нототения характеризуется высоким содержанием жира в мышцах тела. Средняя жирность всех исследованных самок перед нерестом составила 11,1% (от 7,5 до 15,2%), самцов — 10,8% (от 6,3 до 15,7%). За период с марта по начало мая среднее относительное содержание жира в мышцах самок и самцов почти не изменилось (табл. 4).

Таблица 4

Содержание жира, сухого обезжиренного остатка и влаги (в %) в мышцах самок и самцов мраморной нототении в зависимости от длины тела

Показатели	Размеры, см									
	45	50	55	60	65	70	75	80	85	Ср.
Март										
Жир	— 8,6	9,2 9,9	9,7 10,4	11,2 12,0	12,1 12,7	11,8 13,7	11,7 10,6	10,5 —	10,95 10,8	
Обезжиренный остаток	— 17,0	17,2 17,6	17,5 16,7	17,6 16,2	17,1 16,6	17,1 16,0	17,6 16,6	15,4 —	17,2 16,9	
Вода	— 74,4	73,6 72,4	72,4 72,9	71,2 71,9	70,8 70,7	71,1 70,3	70,7 72,8	74,1 —	71,7 72,6	
Число экземпляров	— 3	5 4	6 3	4 1	8 1	5 1	3 1	1 —	32 14	
Апрель										
Жир	—	7,5 7,8	9,6 —	11,5 10,0	12,5 12,5	11,7 12,4	10,5 12,8	11,2 —	11,2 11,0	
Обезжиренный остаток	—	16,7 19,0	18,0 —	18,0 19,0	17,5 16,4	17,2 16,8	17,7 15,0	17,0 —	17,5 17,6	
Вода	—	75,8 73,2	72,3 —	70,4 71,0	70,0 71,1	71,1 70,8	71,8 72,2	71,2 —	71,2 71,4	
Число экземпляров	—	1 2	3 —	9 5	5 3	13 4	7 1	3 —	41 15	

Рассмотрим особенности жирового и белкового обмена мраморной нототении в зависимости от длины тела, которые отражают и возрастные изменения. Наименьшая жирность мышц тела у самых младших особей. В дальнейшем по мере роста у самцов и самок отмечается тенденция к увеличению содержания жира в мышцах тела (см. табл. 4).

Небольшое количество жира отмечено на внутренностях. Средний балл содержания жира на них (по пятибалльной шкале) в течение исследуемого периода не изменился и был равен — 2. Поскольку после нереста содержание жира на внутренностях у мраморной нототении осталось почти на уровне преднерестового состояния (средний балл 1—2 по данным экспедиции НПС «Аргус»), можно предположить, что жир на внутренностях практически не участвует в генеративном обмене.

Как уже отмечалось выше, у самок мраморной нототении печень крупнее, чем у самцов. Биохимический анализ показал, что меньший размер печени у самцов как бы компенсируется более высоким содер-

жанием в ней жира. Средняя относительная жирность печени самцов достигает 15,3%, а у самок равна 7,4%. Изменения содержания жира, сухого обезжиренного остатка и влаги в печени самок и самцов в исследуемый период в зависимости от длины тела представлены в табл. 5.

В период созревания половых продуктов (март — начало мая) среднее относительное содержание жира в печени самок и самцов несколько снизилось (см. табл. 5), что указывает на возможность участия печени в генеративном обмене.

Таблица 5
Содержание жира, сухого обезжиренного остатка и влаги (в %) в печени самцов и самок мраморной нототении в зависимости от длины тела

Показатели	Размеры, см									
	45—	50—	55—	60—	65—	70—	75—	80—	85—	Ср.
Март										
Жир	— 17,1	9,5 16,5	8,0 15,0	8,6 18,2	8,1 15,3	6,7 19,5	7,8 12,8	8,0 —	8,1 16,3	
Обезжиренный остаток	— 18,7	17,9 19,7	19,6 19,6	17,5 21,7	18,6 18,1	17,7 18,8	18,9 18,5	19,8 —	18,5 19,3	
Вода	— 64,2	72,6 63,6	72,4 65,4	73,9 60,0	73,3 66,6	75,6 61,6	73,3 68,6	72,1 —	73,4 64,4	
Число экземпляров	— 3	5 4	7 3	4 1	8 1	5 1	3 1	1 —	33 14	
Апрель										
Жир	— 16,7	6,5 —	6,6 —	7,2 14,5	7,2 13,7	7,0 13,7	5,8 16,7	7,8 —	6,8 14,5	
Обезжиренный остаток	— 19,5	21,0 —	21,0 —	20,8 20,1	19,7 17,0	19,0 17,2	20,1 19,9	19,5 —	19,8 18,7	
Вода	— 63,7	72,5 —	72,4 —	72,0 65,3	73,1 69,2	73,9 69,0	74,1 63,3	72,7 —	73,2 66,7	
Число экземпляров	— 2	1 —	3 —	7 5	5 3	8 4	7 1	3 —	34 15	

Средняя жирность половых продуктов в преднерестовый период была у самок 2,7, у самцов — 1,6%. В процессе созревания изменялась жирность половых продуктов, содержание в них сухого обезжиренного остатка и влаги. У самок к концу исследуемого периода (начало мая) наблюдалось уменьшение среднего содержания жира в сыром веществе икры с 2,9 до 2,6%, сухого обезжиренного остатка с 23,5 до 20,7% и увеличение содержания влаги с 73,6 до 76,7%. Содержание жира в сухом веществе икры не изменилось (11%). Колебания значений жирности, сухого обезжиренного остатка и влаги в гонадах самцов значительно меньше (табл. 6). Из приведенных в таблице данных следует, что у самцов половые продукты перед нерестом содержат меньше жира и больше влаги, чем у самок.

Меньшие затраты жира на созревании половых продуктов обуславливают более высокую жирность самцов в преднерестовый период. В течение нереста они расходуют больше энергии, чем самки. Средняя жирность крупных самцов перед нерестом была 12,4, самок — 11,2%.

Абсолютное содержание жира и белка (по сухому веществу) в семенниках самцов в 1,5 раза меньше, чем в яичниках самок. По данным технологических анализов, относительное содержание жира в мышцах некоторых самцов доходило до 20 (март 1969) и 17,4% (начало мая 1970). После нереста (по данным экспедиции НПС «Аргус») жирность одноразмерных самцов была ниже (8,9), чем у самок (10,3%).

Таблица 6

Содержание жира, сухого обезжиренного остатка и влаги (в %) в половых продуктах мраморной нототении в зависимости от длины тела

Показатели	Размеры, см									
	45 —	50 —	55 —	60 —	65 —	70 —	75 —	80 —	85 —	Ср.
	Март									
Жир	— 1,3	2,9 1,6	2,8 1,7	2,8 1,8	2,9 1,5	3,2 1,6	3,0 1,8	2,7 —	2,9 1,6	
Обезжиренный сухой остаток	— 12,5	23,3 13,1	22,9 12,4	24,0 12,4	23,0 13,0	23,9 13,2	24,7 12,1	25,1 —	23,5 12,7	
Вода	— 86,1	73,7 85,3	74,3 85,9	73,1 85,7	74,0 85,5	72,8 85,2	72,3 86,0	71,1 —	73,5 85,7	
Число экземпляров	— 3	5 4	7 3	4 1	8 1	5 1	3 1	1 —	33 14	
	Апрель									
Жир	—	2,7 1,2	2,5 —	2,6 1,8	2,8 1,7	2,6 1,8	2,5 1,7	2,7 —	2,6 1,7	
Обезжиренный сухой остаток	—	21,5 14,5	19,1 —	22,1 13,1	21,4 12,3	19,6 12,7	20,3 12,1	22,1 —	20,7 12,9	
Вода	—	75,7 84,2	78,3 —	75,3 85,0	75,8 85,9	77,8 85,4	77,2 86,1	75,1 —	76,7 85,4	
Число экземпляров	—	1 2	4 —	8 4	6 2	12 4	7 1	3 —	41 13	

При сопоставлении удельного содержания жира (г/кг веса тушки), а также абсолютного содержания жира и сухого обезжиренного остатка в теле самцов и самок мраморной нототении можно отметить, что созревание половых продуктов завершается при положительном жировом и белковом балансе, т. е. энергия, получаемая с пищей, с избытком компенсирует затраты организма на созревании половых продуктов (рис. 2, 3, 4).

Таким образом, преднерестовый период у мраморной нототении характеризуется высоким уровнем обмена веществ и накоплением больших жировых запасов.

Изменения содержания жира в теле характеризуют особенности жирового обмена рыб, связанного как с физиологическими особенностями организма, так и с условиями существования.

В настоящее время в работах по физиологии антарктических рыб большое внимание уделяется температуре среды (Wohlshlag, 1960; Everson, 1970). У рыб как пойкилотермных животных температурные приспособления (потребление кислорода, определенный уровень обмена веществ, антифриз в крови некоторых нототеноидных рыб) являются

адаптивным свойством, позволяющим существовать виду или отдельным его популяциям в этом суровом районе Мирового океана. Температура среды, как отмечал Г. Е. Шульман (1960), является важным фактором, влияющим на направленность жирового обмена. Согласно исследованию М. И. Шатуновского (1970), существование рыб в течение большей части годового цикла при сравнительно низких температурах приводит к замедлению белкового роста и интенсификации жирового обмена.

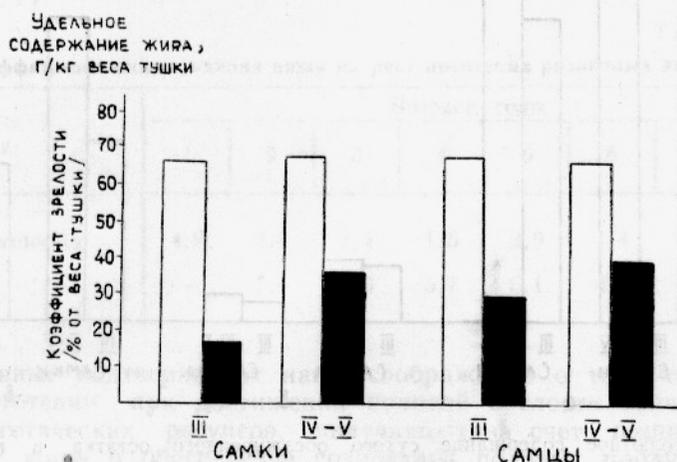


Рис. 2. Удельное содержание жира в г на 1 кг сырого веса тушки в теле мраморной пототени в процессе созревания половых продуктов: а — удельное содержание жира в теле пототени; б — коэффициенты зрелости гонад в % от веса тушки.

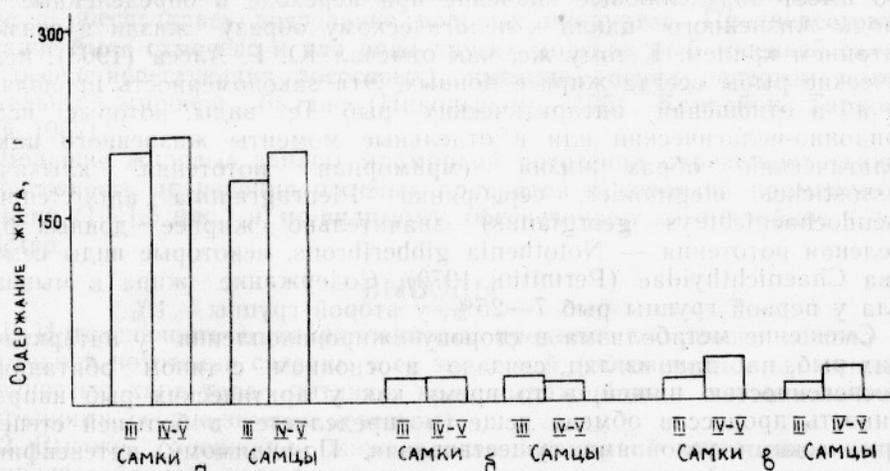


Рис. 3. Абсолютное содержание жира в мышцах (а), печени (б) и половых продуктах (в) мраморной пототени в преднерестовый период (римскими цифрами обозначены месяцы).

Адаптивные изменения в жировом обмене, связанные с термическими условиями, видны при сравнении жирности икры мраморной пототени и близкого к ней вида, *Notothenia neglecta*, обитающей в более суровых температурных условиях в районе Южно-Оркнейских островов. По данным И. Эверсона (1970), жирность зрелых половых продуктов у *Notothenia neglecta* выше (у самок 4,39, у самцов —

2,63%), чем у мраморной нототении. Такая же закономерность изменения жирности половых продуктов в связи с разными термическими условиями существования была отмечена при сравнении весенней и осенней салаки Балтийского моря (Шатуновский, 1970).

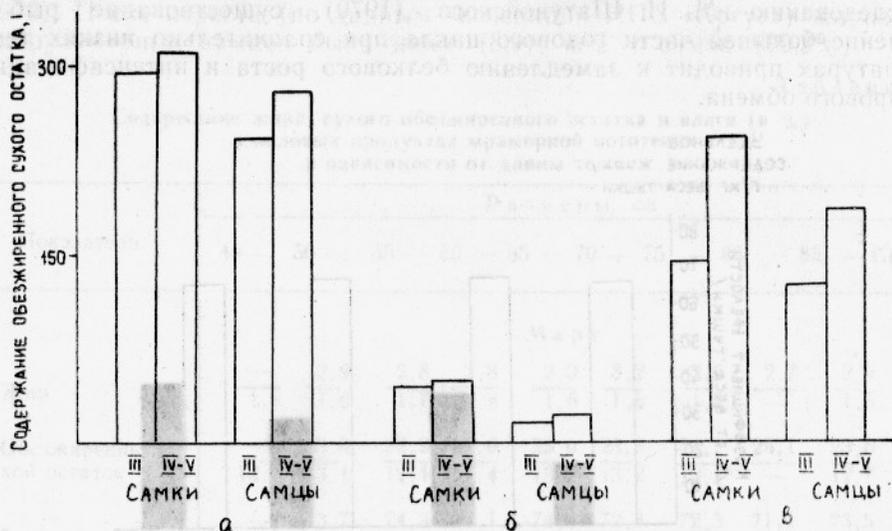


Рис. 4. Абсолютное содержание сухого обезжиренного остатка в мышцах (а), печени (б) и половых продуктах (в) мраморной нототении в преднерестовый период (средние показатели).

Высокое содержание жира в теле мраморной нототении может быть одним из приспособлений, обеспечивающих увеличение ее плавучести, что имеет определяющее значение при переходе в определенные периоды жизненного цикла к пелагическому образу жизни в связи с питанием крилем. К тому же, как отмечал Ю. Г. Алеев (1963), пелагические рыбы всегда жирнее донных. Эта закономерность проявляется и в отношении антарктических рыб. Те виды, которые ведут придонно-пелагический или в отдельные моменты жизненного цикла пелагический образ жизни (мраморная нототения, клякач — *Dissostichus eleginoides*, серебрянка — *Pleuragramma antarcticum* и *Pseudochaenichthys georgianus*) значительно жирнее донных рыб (зеленая нототения — *Notothenia gibberifrons*, некоторые виды семейства *Chaenichthyidae* (Permitin, 1970). Содержание жира в мышцах тела у первой группы рыб 7—25%, у второй группы — 1%.

Смещение метаболизма в сторону жиროнакопления у антарктических рыб, на наш взгляд, связано в основном с типом обитания и обеспеченностью пищей, в то время как у арктических рыб направленность процессов обмена веществ определяется в большей степени термическими условиями существования. По-видимому, интенсификация процессов жиროнакопления у мраморной нототении связана с питанием *Euphasia superba*, большие концентрации которой образуются в шельфовых водах о-ва Южная Георгия. В энергетическом отношении криль более эффективен, чем бентос (Everson, 1970). Таким образом, направленность и интенсивность жировых процессов у антарктических рыб определяются следующими факторами: обеспеченностью пищей, характером питания и типом обитания у дна или пелагиали.

Как уже отмечалось выше, старые особи мраморной нототении жирнее молодых. Это связано с тем, что у неполовозрелой молодежи все основные пищевые ресурсы расходуются в основном на белковый рост, в связи с чем жиры не накапливаются. С возрастом интенсивность

белкового обмена уменьшается и метаболизм сдвигается в сторону накопления жира (см. табл. 4). Старшие особи накапливают больше жира, так как жировые запасы при созревании половых продуктов расходуются у них более интенсивно, чем у молодых.

Согласно данным Олсена (Olsen, 1954), которые были использованы И. Эверсоном (Everson, 1970), мраморная нототения использует значительное количество энергии, получаемой за счет пищи, использует на рост (табл. 7).

АКТАРХИВ

Таблица 7

Коэффициент использования пищи на рост нототении различных видов

Вид	Возраст, годы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>N. rossi marmorata</i>	4,9	3,4	2,4	1,5	2,9	1,4	1,4	0,7
<i>N. neglecta</i>	—	7,1	6,6	5,7	5,1	4,4	3,9	3,5

Эти данные подтверждают наши соображения о том, что у мраморной нототении при достижении половой зрелости значительная часть энергетических ресурсов, получаемых за счет пищи, идет на накопление жира и обеспечение созревания половых продуктов. Высокий уровень жировых запасов мраморной нототении и, видимо, незначительные колебания содержания жира в теле в течение годового цикла (наши данные и данные экспедиции НПС «Аргус») говорят о высокой обеспеченности рыб кормом. Активное преднерестовое питание поддерживает в этот период положительный жировой и белковый баланс и обеспечивает дозревание половых продуктов. Преднерестовое питание было отмечено и для ряда других морских рыб (осенней салаки, осенне-нерестующих лососевых), имеющих перед нерестом положительный жировой баланс (Никольский, 1961; Кривобок, Тарковская, 1962).

Большие жировые запасы мраморной нототении определяют также интенсивность дозревания половых продуктов в короткий промежуток времени (1—1,5 мес.) и, по-видимому, обеспечивают жизнестойкое и потомство.

ВЫВОДЫ

1. Интенсивность и направленность процессов жирового обмена у мраморной нототении связаны с ее экологией (обеспеченностью пищей, сезонностью характера питания, ярко выраженными вертикальными миграциями, осенне-зимним нерестом).

2. Высокое содержание жира в теле мраморной нототении — одно из приспособлений, увеличивающих ее плавучесть и обеспечивающих ей переход в определенные периоды жизненного цикла к пелагическому образу жизни. Эта особенность свойственна и другим нототеноидным рыбам, совершающим вертикальные миграции.

3. Период завершения созревания половых продуктов у мраморной нототении проходит на фоне увеличения содержания жира и белка в организме, что связано с ее интенсивным преднерестовым питанием. Большие энергетические резервы в организме мраморной нототении определяют ускоренное дозревание ее половых продуктов в течение короткого промежутка времени (1—1,5 мес.).

4. Содержание жира в мышцах и печени самцов мраморной нототении выше, чем у самок. С большими запасами энергетических ве-

ществ в организме самцов связано более ускоренное созревание их половых продуктов. Затраты на созревание гонад у самцов меньше, чем у самок, о чем свидетельствует более низкое содержание жира и белка в семенниках, чем в яичниках (в 1,5 раза меньше по сухому весу).

5. Содержание жира в мышцах самок и самцов мраморной нототении увеличивается с возрастом (длиной).

ЛИТЕРАТУРА

- Алеев Ю. Г. Функциональные основы внешнего строения рыбы. Изв. АН СССР, М., 1963.
- Клейменов И. Я. Химический и весовой состав основных промысловых рыб. М., Пищепромиздат, 1952.
- Кривобок М. Н., Тарковская О. И. Физиологическая характеристика салаки различной плодовитости. «Вопр. ихтиолог.» Т. 2. Вып. 3, 1962.
- Лазаревский А. А. Технично-экономический контроль в рыбодобывающей промышленности. М., Пищепромиздат, 1955.
- Никольский Г. В. Экология рыб. Высшая школа. 1961.
- Пермитин Ю. Е., Тарвердиева М. И. Питание некоторых видов антарктических рыб в районе о-ва Южная Георгия. «Вопр. ихтиолог.» Т. 12, № 1, 1972.
- Шатуновский М. И. Особенности качественного состава жиров икры, молоди и нерестовых самок весенней и осенней салаки Рижского залива Балтийского моря. «Вопр. ихтиолог.» Т. 10. Вып. 6, 1970.
- Шульман Г. Е. Динамика содержания жира в теле рыб. «Успехи современной биологии». Т. 49, Вып. 2, 1960.
- Шуст К. В., Сильянова З. С. Новые данные по биологии некоторых видов рыб Юго-Западной Атлантики. Труды молодых ученых ВНИРО. Вып. 5, 1971.
- Everson, I. The population dynamics and energy of *Notothenia neglecta* Nybelin at Signy Island, South Orkney Islands. Brit. Antarct. Surv. Bull. No. 23, 1970.
- Everson, I. Reproduction in *Notothenia neglecta* Nybelin. Bull. Brit. Antarct. Surv. No. 23, 1970.
- Folch, I. et al. Preparation of lipid extracts from brain tissue. J. Biol. Chem. Vol. 191, No. 2, 1951.
- Hureau, J. C. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (*Nototheniidae*). Bull. Inst. Oceanogr. Monaco. Vol. 58, 1970.
- Norman, J. R. Coast fishes. Part III. The Antarctic zone. Discovery Rep., Vol. 18, 1938.
- Olsen, S. South Georgian cod. Norsk Hvalfangst-Tidende. Vol. 43, No. 7, 1945.
- Permitin, Y. E. The consumption of krill by Antarctic fishes. Antarctic Ecol. Vol. 1, 1970.
- Wohlshlag, D. E. Metabolism of an Antarctic fish and the phenomenon of cold adaptation. Ecology, 41, No. 2, 1960.

DISTINCTIVE CHARACTERISTICS OF FAT METABOLISM IN NOTOTHENIA ROSSII MARMORATA IN THE PRESPAWNING PERIOD

A. N. Kozlov

Summary

The sexual products of *Notothenia* mature in the presence of an increased absolute fat and protein content in the organism, as is the case with many other autumn- and winter spawners. The high specific fat content in *Notothenia* is believed to depend on the species' living conditions in the pre-Antarctic regions (a higher energy metabolism, vertical feeding migrations and low water temperatures).

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

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