

УДК 597+597—116+597—112.31

**ПЛОДОВИТОСТЬ МРАМОРНОЙ НОТОТЕНИИ
И ЕЕ СВЯЗЬ С ЖИРНОСТЬЮ**

З. С. СИЛЬЯНОВА, А. Н. КОЗЛОВ

Как известно, изучение плодовитости рыб и факторов, ее определяющих, является необходимым условием для познания закономерностей формирования биологических особенностей того или иного вида. В связи с этим некоторые новые данные о плодовитости мраморной нототении (*Notothenia rossi marmorata* Fisher) представляют определенный интерес при дальнейшем изучении биологии ихтиофауны моря Скотия.

В настоящей работе рассматриваются результаты, полученные при обработке 100 проб икры, взятых в разные годы во время экспедиций на НПС «Академик Книпович» в море Скотия.

Основное количество материала (80 проб) приходится на сборы 1968 и 1970 г. В 1970 г. (50 проб) у одних и тех же особей определяли как плодовитость, так и жирность гонад и мяса, что позволило провести сравнительный анализ полученных данных.

Методика определения плодовитости нототеноидных рыб подробно дана в работе Ю. Е. Пермитина и З. С. Сильяновой (1971), а сбор и обработка материалов, касающихся жирового обмена мраморной нототении изложена в статье А. Н. Козлова, опубликованной в данном сборнике.

В предлагаемом сообщении приведены основные показатели индивидуальной абсолютной и относительной плодовитости мраморной нототении, определен характер изменения этих величин по отношению к длине и весу рыб, а также прослежена связь плодовитости этого вида с жирностью.

Мраморная нототения относится к эндемичному семейству *Notothenidae* (Norman, 1938) и описана для шельфовых вод островной дуги моря Скотия (за исключением Южных Сандвичевых островов). Биология этого вида, включая основные этапы жизненного цикла, была впервые изложена Олсеном (Olsen, 1954). Наши наблюдения (в период с февраля до начала мая) касаются мраморной нототении, распространенной в шельфовых водах о-ва Южная Георгия. Размерный состав особей в этот период изменяется от 45 до 85 см (в среднем — 65—67 см), вес — от 1,5 до 9 кг (в среднем — 4—5 кг).

Половозрелым особям наименьшего размера соответствует возраст 5—6 лет, среднего размера — 7—11 лет, экземпляры длиной 85—90 см в возрасте 15—16 лет встречаются единично (Шуст, Сильянова, 1971).

Как показали исследования последних лет, мраморная нототения в конце антарктического лета и осени находится в преднерестовом состоянии. Половые продукты у самок в феврале находятся на III стадии

зрелости, в начале марта — на III—IV, в конце марта — начале апреля — на IV, а в конце апреля — начале мая — на IV—V стадиях.

Вес гонад, печени, содержание жира в полости тела самцов и самок мраморной нототении в исследуемый период говорят о постепенной подготовке рыбы к нересту.

Средний вес гонад самок в феврале равен 500 г, в марте — повышается до 600 г, а в апреле и начале мая достигает 1500 г. Соответственно увеличивается и коэффициент зрелости (табл. 1), причем его величина в апреле — мае составляет 40,4% (вдвое больше, чем в марте). Интересно отметить, что резкое увеличение коэффициента зрелости в этот же период указано также Эверсоном (Everson, 1970) для *Notthenia neglecta* — вида, сходного с мраморной нототенией по ряду биологических данных.

Таблица 1
Изменение коэффициента зрелости, общего веса и величины гонад мраморной нототении в преднерестовый период (февраль — май)

Месяц	Вес, г			Коэффициент зрелости	
	общий	без внутренних	гонад	к весу порки	к общему весу рыбы
Февраль	4500	—	500	—	10,4
Март	5150	3050	600	17,9	14,2
Апрель — начало мая	5950	3600	1500	40,4	24,2

К середине апреля у самок мраморной нототении резко увеличиваются как вес, так и объем яичников. Средний диаметр овоцитов достигает к этому времени 3,3 мм, при колебании от 2,5 до 4,5 мм. В начале мая была встречена одна текущая самка. Средний диаметр овоцитов этой особи равнялся 4,7 мм при колебании от 4,5 до 5,7 мм. Готовая к вымету икра однородна, прозрачна, плотно заполняет полость яичника.

Перед нерестом у самок наряду с однородными икринками диаметром 2,5—4,5 мм и массой прозрачных овоцитов запасного фонда в яичниках имеется довольно большое количество мелких, заполненных желтком овоцитов, диаметром 0,7—1,4 мм. Их число в пробах соответствует количеству зрелых икринок (табл. 2). Мелкие овоциты встречаются в яичниках на протяжении всего периода наблюдений и в начале нереста (у текущих самок). Можно предположить, что овоциты диаметром 0,7—1,4 мм остаются в яичниках после нереста и не будут выметаны в текущем нерестовом сезоне.

Видимо, этот запас овоцитов обеспечивает у мраморной нототении необходимое количество продуцируемой икры на следующий год, так же как и у некоторых других нототеноидных рыб. Так, по данным Юро (Hureau, 1970) в яичниках отнерестившихся трематомусов (сем. *Nottheniidae*) имеются икринки диаметром 1 мм, что подтверждает наше предположение. Сходный состав овоцитов в яичниках *N. neglecta* отмечает Эверсон (Everson, 1970). Он указывает на возможность двухгодичного цикла созревания икры у этого вида. Одновременное развитие двух генераций икры с участием в наступающем нересте только одной из них, отмечалось также для лососевых (Смирнов, цит. по Дрягину, 1949).

В связи с этим при определении плодовитости мраморной нототении, мелкие овоциты диаметром 0,7—1,4 мм не учитывались.

Количество и размеры «мелких» и «крупных» овоцитов в пробах из яичников мраморной нототении

Длина, см	Вес, г		Овоциты				Абсолютная плодови- тость, тыс. шт.
	рыбы	гонад	диаметр, мм		число		
			крупные	мелкие	крупные	мелкие	
52	2080	171	2,2—3,0	0,7—1,0	504	624	20,3
58	3080	400	2,2—3,3	0,7—1,0	495	477	39,6
61	3230	464	2,2—2,7	0,7—1,1	508	557	47,1
62	3590	500	2,3—3,0	0,7—1,3	403	462	40,3
64	3230	450	2,1—2,8	0,7—1,0	541	381	48,7
68	4320	730	2,3—3,3	0,7—1,2	367	287	53,6
68	4810	720	2,1—3,2	0,7—1,2	536	358	77,2
71	5070	810	2,3—3,2	0,7—1,2	403	403	65,3
71	5700	951	2,5—4,0	0,7—1,1	345	551	65,6
73	4070	874	2,4—3,0	0,7—1,4	377	463	65,9
74	6070	1009	2,5—3,3	0,7—1,2	362	358	73,0

Абсолютная плодовитость у особей длиной 50—85 см и средним весом 2—5 кг колебалась от 20,1 до 124 тыс. икринок, что подтверждает наши данные (Пермитин, Сильянова, 1971). Средние ее величины по размерным группам представлены в табл. 3. Зависимость средней абсолютной плодовитости от размера и веса рыб изображена графически на рис. 1. Кривые, выражающие связь индивидуальной абсо-

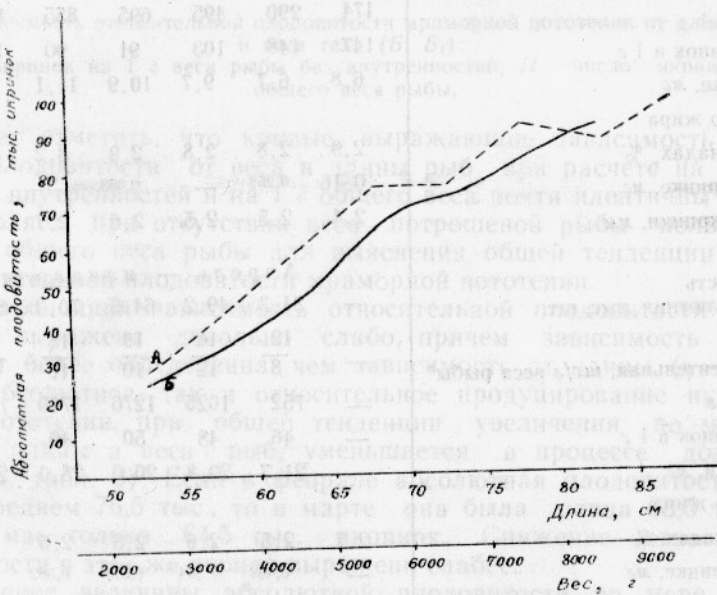


Рис. 1. Зависимость абсолютной индивидуальной плодовитости от размера (А) и веса (Б) мраморной нототении.

плотной плодовитости мраморной нототении с весом и длиной, имеют одну и ту же тенденцию к плавному нарастанию и носят сходный характер.

Корреляционная зависимость абсолютной плодовитости мраморной нототении от веса и длины также указывает на тесную связь этой величины как с длиной — γ (коэффициент корреляции) равен +0,86, так и с весом рыб — $\gamma = +0,79$. Некоторое уменьшение величины коэффициента корреляции с весом, видимо, отражает отмеченное ранее, несколько большее изменение веса рыб по сравнению с длиной.

Таблица 3

Изменение плодовитости, веса гонад, диаметра и веса икринок и содержания в них жира у мраморной нототении в период с февраля до начала мая

Показатели	Длина, см						
	50—55	60	65	70	75	80	75
Февраль							
Плодовитость абсолютная, тыс. шт.	20,1	—	55,7	74,9	78,6	92,4	85,3
относительная, шт/г веса рыбы*	$\frac{—}{8}$	—	$\frac{—}{14}$	$\frac{—}{14}$	$\frac{—}{15}$	$\frac{—}{14}$	$\frac{—}{11}$
Вес гонад, г	124	—	315	560	641	731	605
Число икринок в 1 г	162	—	177	134	124	126	141
Вес икринок, мг	6,1	—	5,6	7,4	8,0	7,9	7,0
Количество жира							
в гонадах, %	—	—	—	—	—	—	—
в икринке, мг	—	—	—	—	—	—	—
Диаметр икринки, мм	2,1	—	—	2,2	2,4	2,2	2,3
Март							
Плодовитость абсолютная, тыс. шт.	25,3	34,0	47,1	67,4	77,1	86,9	100,1
относительная, шт/г веса рыбы*	$\frac{14}{12}$	$\frac{15}{11}$	$\frac{17}{11}$	$\frac{20}{14}$	$\frac{22}{13}$	$\frac{19}{13}$	$\frac{—}{13}$
Вес гонад, г	174	290	495	695	855	852	912
Число икринок в 1 г	147	148	103	91	90	101	110
Вес икринок, мг	6,8	6,7	9,7	10,9	11,1	9,9	9,0
Количество жира							
в гонадах, %	2,9	2,8	2,8	2,9	3,2	3,0	2,7
в икринке, мг	0,16	0,253	—	0,358	—	0,360	—
Диаметр икринки, мм	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,4	2,4
Апрель — начало мая							
Плодовитость абсолютная, тыс. шт.	—	31,3	49,2	64,9	70,9	80,9	90,6
относительная, шт/г веса рыбы*	—	$\frac{12}{8}$	$\frac{16}{12}$	$\frac{19}{10}$	$\frac{18}{10}$	$\frac{19}{11}$	$\frac{20}{11}$
Вес гонад, г	—	752	1025	1276	1769	1844	1915
Число икринок в 1 г	—	46	48	50	40	44	45
Вес икринок, мг	—	21,7	20,8	20,0	25,0	22,7	21,2
Количество жира							
в гонадах, %	2,7	2,5	2,6	2,8	2,6	2,5	2,7
в икринке, мг	—	0,452	0,554	0,579	0,582	0,558	0,572
Диаметр икринки, мм	—	3,1	3,2	3,2	3,4	3,6	3,3

* В числителе — рыбы, без внутренностей, в знаменателе — целой.

Анализ этих данных показывает, что абсолютная индивидуальная плодовитость мраморной нототении, как и у большинства других рыб, постепенно увеличивается с нарастанием длины и веса, что уже отмечалось у этого вида (Пермитин, Сильянова, 1971).

Относительная индивидуальная плодовитость мраморной нототении изменялась от 10 до 26 икринок при расчете на 1 г веса рыбы без внутренностей и от 8 до 16 икринок при расчете на 1 г общего веса рыбы. И в том, и в другом случае относительная плодовитость повышалась с увеличением размера рыб, достигая максимума при длине 65—70 см и весе 5—6 кг. Величина относительной плодовитости несколько уменьшалась у самых молодых (52—57 см длиной) и старых рыб. Снижение плодовитости у этих групп может быть связано с возрастными изменениями в ходе обмена веществ.

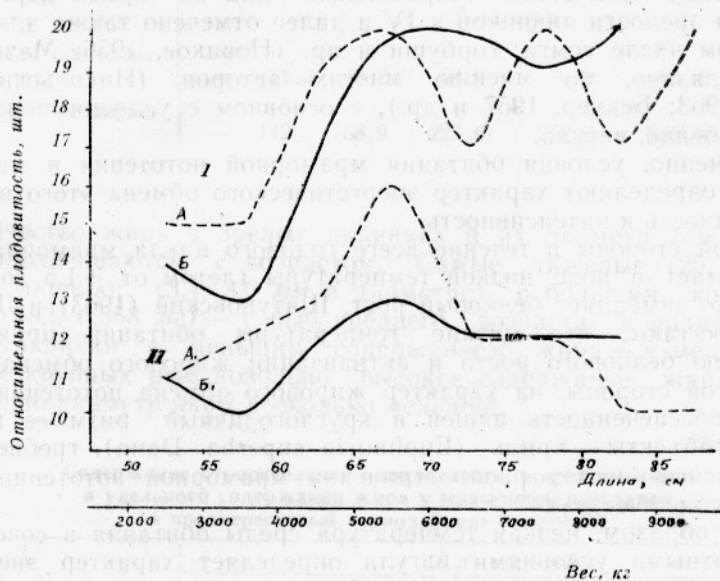


Рис. 2. Зависимость относительной плодовитости мраморной нототении от длины (A; A₁) и веса тела (B; B₁): I — число икринок на 1 г веса рыбы без внутренностей; II — число икринок на 1 г общего веса рыбы.

Следует отметить, что кривые, выражающие зависимость относительной плодовитости от веса и длины рыб при расчете на 1 г веса рыбы без внутренностей и на 1 г общего веса почти идентичны (рис. 2). Это позволяет при отсутствии веса потрошеной рыбы пользоваться данными общего веса рыбы для выяснения общей тенденции изменения относительной плодовитости мраморной нототении.

Корреляционная зависимость относительной плодовитости от веса и длины выражена довольно слабо, причем зависимость от веса ($\gamma = +0,6$) более определена, чем зависимость от длины ($\gamma = +0,53$).

Как абсолютное, так и относительное продуцирование икры мраморной нототении, при общей тенденции увеличения по мере возрастания длины и веса рыб, уменьшается в процессе созревания гонад (см. табл. 3). Если в феврале абсолютная плодовитость составила в среднем 76,5 тыс., то в марте она была равна 68,5 тыс., а в апреле — мае только 64,5 тыс. икринок. Снижение относительной плодовитости в этот же период выражено слабее.

Изменение величины абсолютной плодовитости по мере приближения нереста связано с уменьшением количества икринок в навеске (1 г). Число икринок за этот же период у рыб всех размерных групп

уменьшается в 2,5—3 раза (см. табл. 3). Несколько больше изменяется количество икринок у особей младших возрастов, что, видимо, связано у них с более интенсивной резорбцией.

По мере уменьшения количества икринок в гонадах увеличивается их вес и диаметр. Средний размер овоцитов изменяется у рыб младших возрастов от 2,1 мм (февраль) до 3,1 мм (май). Диаметр овоцитов у рыб длиной 70—75 см достигает в феврале 2,4 мм, а в мае он увеличивается до 3,4 мм. У самых крупных экземпляров диаметр икры изменяется за это время от 2,3 до 3,3 мм.

Вес икринок также увеличивается к моменту вымета икры за счет накопления питательных веществ и, в первую очередь, жира. Его количество в каждой икринке значительно повышается в апреле по сравнению с мартом (см. табл. 3).

Изменение количества созревающих яиц во время перехода от III стадии зрелости яичников к IV и далее отмечено также для других рыб, в том числе семги, горбуши и пр. (Новиков, 1956; Мельникова, 1964) и связано, по мнению многих авторов (Никольский, 1965; Персов, 1963; Беккер, 1957 и др.), в основном с условиями их обитания и, особенно, нагула.

Несомненно, условия обитания мраморной нототении в значительной мере определяют характер энергетического обмена этого вида, его направленность и интенсивность.

С одной стороны в течение всего годового цикла мраморная нототения обитает в воде низкой температуры (летом от +1,5 до +4,5°), что обычно замедляет белковый рост. Шатуновский (1963) и Шульман (1960) считают, что низкие температуры обитания приводят к замедлению белкового роста и активизации жирового обмена.

С другой стороны, на характер жирового обмена нототении влияет высокая обеспеченность пищей и круглогодичный ритм ее питания. Пищевые объекты — криль (*Euphausia superba* Dana), гребневик — встречаются в местах распространения мраморной нототении в значительных количествах.

Таким образом, низкая температура среды обитания в сочетании с благоприятными условиями нагула определяет характер энергетического и, в особенности, жирового обмена мраморной нототении.

Мраморная нототения характеризуется высоким содержанием жира в мышцах тела. У отдельных самок жирность мышц достигает 16% (по сырому веществу).

Преднерестовый период у нототении проходит при высоком уровне энергетического обмена и накоплении значительных жировых запасов. Это сказывается на качестве и количестве созревающих половых продуктов.

Как известно, характер жирового обмена у рыб разного возраста различен. У мраморной нототении с изменением возраста уменьшается интенсивность белкового обмена и повышается интенсивность жирового накопления. Старшие особи накапливают больше жира, так как жировые запасы у них при созревании половых продуктов расходуются более интенсивно, чем у молодых.

С ростом и возрастом рыб меняется и их плодовитость. Если проследить изменение плодовитости, жирности (в % по сырому веществу) и абсолютного содержания жира в теле (в г) у мраморной нототении по размерным группам, то наименее жирными оказываются молодые особи. Они же имеют и меньшую плодовитость. У особей средних размеров более высокое содержание жира и к нересту продуцируется большее количество яиц. Для старших рыб в апреле — мае характерно максимальное содержание жира и наибольшая плодовитость как абсолютная, так и относительная (табл. 4).

Таблица 4

Соотношение абсолютной плодовитости и абсолютного содержания жира в теле у мраморной нототении в преднерестовый период (март — апрель)

Показатели	Длина, см						
	50	55	60	65	70	75	80—85
Март							
Абсолютная плодовитость, тыс. шт.	25,3	34,0	47,1	67,4	77,1	86,9	100,1
Абсолютное содержание жира, г	94,2	109,7	152,4	207,8	258,2	273,1	266,5
Апрель							
Абсолютная плодовитость, тыс. шт.	—	31,3	49,2	64,9	70,9	80,9	90,0
Абсолютное содержание жира, г	—	142,1	168,9	223,6	252,2	228,0	310,7

Количество жира в зрелых икринках и их диаметр (см. табл. 3) также увеличиваются с возрастом. Самые тяжелые (25, 22,7 мг), крупные икринки (3,4, 3,6 мм в диаметре) с большим количеством жира (0,582, 0,558 мг) — у рыб среднего возраста и размера, более мелкие икринки с меньшим содержанием жира — у мелких рыб. У самых крупных рыб довольно высокое содержание жира в одной икринке, но диаметр икры несколько меньший.

Таблица 5

Содержание относительной плодовитости, жирности мышц и удельного содержания жира у мраморной нототении в преднерестовый период (март — апрель)

Показатели	Длина, см						
	50	55	60	65	70	75	80—85
Март							
Относительная плодовитость, икринки/г веса рыбы*	$\frac{14}{12}$	$\frac{15}{11}$	$\frac{17}{11}$	$\frac{20}{14}$	$\frac{22}{13}$	$\frac{19}{13}$	$\frac{—}{18}$
Жирность мышц, %	9,2	9,7	11,2	12,1	11,8	11,7	10,5
Удельное содержание жира, г/кг тушки	60,1	62,2	66,2	69,7	67,4	68,2	61,1
Апрель							
Относительная плодовитость, икринки/г веса рыбы*	—	$\frac{12}{8}$	$\frac{16}{12}$	$\frac{19}{10}$	$\frac{18}{10}$	$\frac{19}{11}$	$\frac{20}{11}$
Жирность мышц, %	—	9,6	11,5	12,5	11,7	10,5	11,2
Удельное содержание жира, г/кг тушки	—	62,2	66,8	72,6	67,4	60,1	66,2

* В числителе — рыбы без внутренностей, в знаменателе — целой.

Интересно отметить, что при сопоставлении удельного содержания жира (в г), приходящегося на 1 кг веса тушки, и относительной плодовитости видно, что с возрастом относительная плодовитость и удельное содержание жира увеличиваются, достигая максимума у рыб 65—70 см длиной. У самых крупных особей эти величины уменьшаются (табл. 5).

Таким образом, между плодовитостью (абсолютной и относительной) и жирностью (в % по сырому веществу), а также количеством жира в теле (в г) у мраморной нототении выявлена положительная связь. В преднерестовый период у самок одноразмерных групп при большей жирности наблюдается и большая плодовитость.

ВЫВОДЫ

1. В процессе развития икры мраморной нототении отмечается наличие двух генераций желтковых овоцитов в яйцниках самок, из которых в нересте участвует только одна.

2. Индивидуальная абсолютная плодовитость этого вида изменяется в широких пределах (20,1—124 тыс. икринок), возрастая с увеличением длины и веса рыб.

Относительная плодовитость также увеличивается с длиной и весом рыб, однако эти изменения выражены слабее.

3. Плодовитость, особенно абсолютная, уменьшается в процессе созревания икры (при переходе от III стадии зрелости гонад к IV и далее).

4. Обнаружена положительная корреляция между жирностью тела нототений и величинами абсолютной и относительной плодовитости: в преднерестовый период среди одноразмерных самок особи с большей жирностью тела характеризуются и большей плодовитостью.

ЛИТЕРАТУРА

Беккер В. Э. О влиянии условий существования на развитие гонад и порциональность икротетания у золотого карася (*Carassius carassius* L.). ДАН СССР. Т. 117, № 5, 1957.

Дрягин П. А. Половые циклы и нерест рыб. Изв. ВНИОРХ. Т. 28, 1949.

Мельникова М. Н. Плодовитость семги (*Salmo Salar* L.) р. Варзуги. «Вопр. ихтиолог.» Т. 4. Вып. 3 (32), 1964.

Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб. М., изд-во «Наука», 1965.

Новиков П. И. Семга р. Печоры. Фонды ВНИОРХ, 1956.

Персов Г. М. «Потенциальная» и «конечная» плодовитость рыб на примере горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) акклиматизируемой в бассейне Белого и Баренцева морей. «Вопр. ихтиолог.» Т. 3. Вып. 3 (28), 1963.

Пермитин Ю. Е., Сильянова З. С. Некоторые данные по биологии размножения и плодовитости рыб рода *Notothenia* Rich. моря Скоша (Антарктика). «Вопр. ихтиолог.» (в печати).

Шатуновский М. И. Некоторые особенности жирового и водного обмена речной камбалы Кандалакшского залива Белого моря. «Зоолог. журн.» Т. 42, Вып. 6, 1963.

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, L. Reproduction in *Notothenia neglecta* Nybelin. Bull. Brit. Antarct. Surv. No. 23, 1970.

Hureau, J. C. Biologie comparée de quelques Poissons antarctiques (*Nototheniidae*). Bull. Inst. Oceanogr. Monaco. Vol. 68, 1970.

Norman, J. R. Coast fishes. Part III. The Antarctic zone. Discovery Rep. Vol. 18, 1938.

Olsen, S. South Georgian cod. Norsk Hvalfangst-tid. No. 7, 1954.

FECUNDITY OF NOTOTHENIA ROSSII MARMORATA AND ITS RELATION TO THE FAT CONTENT

Z. S. Silyanova and A. N. Kozlov

Summary

There are two generations of yolky oocytes in the ovaries of *Notothenia rossii marmorata* of which only one is spawned. The individual absolute and relative fecundity of *Notothenia* increases with the length and weight of fish. The fecundity of this species, its absolute value in particular, decreases during egg ripening. A fall in the absolute fecundity is followed by a decrease in the number of eggs in the gonads, an increase in the weight and diameter of eggs and in their fat content. A positive correlation has been noted between the absolute fecundity and fat content of the species investigated.