

УДК 597.562

О РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ НАВАГИ *ELEGINUS GRACILIS* БУХТЫ ОССОРА (ЮГО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ БЕРИНГОВА МОРЯ)

И. К. Трофимов



Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18
Тел., факс: (415-2) 41-27-01; (415-2) 42-57-96
E-mail: trofimov@kamniro.ru

НАВАГА, РЕПРОДУКТИВНЫЙ ЦИКЛ, СОЗРЕВАНИЕ, ПЛОДОВИТОСТЬ

На основе многолетних данных о биологическом состоянии наваги бух. Оссора охарактеризован ее репродуктивный цикл. Показано, что самцы впервые созревают при длине 21 см, самки — 22 см на втором году жизни. Массовое созревание самцов наступает при длине 24 см на втором году жизни; самок — 25 см на третьем году.

Индивидуальная плодовитость наваги бух. Оссора на IV стадии зрелости гонад в декабре 2005, 2006 гг. изменялась в пределах 16,4–207,9 тысяч овоцитов. Средняя плодовитость составляла 68,9 тысяч овоцитов. Относительная плодовитость изменялась в пределах 107–790 икр./г массы тела. Средняя составляла 348 икр./г.

ON THE REPRODUCTIVE BIOLOGY OF SAFFRON COD *ELEGINUS GRACILIS* IN THE OSSORA BAY (THE SOUTH-WESTERN BERING SEA)

I. K. Trofimov

Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberejnaya, 18
Tel., fax: (415-2) 41-27-01; (415-2) 42-57-96
E-mail: trofimov@kamniro.ru

SAFFRON COD, REPRODUCTIVE BIOLOGY, MATURE, FECUNDITY

The characteristic of a reproductive cycle of saffron cod of the Ossora bay is given. It is shown, that males mature at length of 21 cm females — 22 cm at age 2 for the first time. Most males mature at length of 24 cm at age 2; females — at length of 25 cm at age 3.

The individual fecundity reach maturation varied in range 16.4–207.9 thousand oocytes at the prespawning IV stage of gonad maturation in December in 2005, 2006. The average fecundity was 68.9 thousand oocytes. The relative fecundity varied from 107 to 790 eggs/g. The average relative fecundity was 348 eggs/g.

Наблюдения за нерестовыми подходами наваги в бухту Оссора были начаты сотрудниками КамчатНИРО в конце 1960-х гг. Они заключались в сборе данных о ее биологическом состоянии во время зимнего вентерного лова. В 1970–1980-х гг. эти работы стали сопровождать исследованиями в летне-осенний период, во время лова наваги тралями и снюрреводами в Карагинском и Олюторском заливах. Однако вплоть до 2004 г., включительно, зимние наблюдения проводились нерегулярно, не в полном объеме, и не давали четкого представления о поведении и изменении репродуктивных показателей наваги во время ее нереста.

В 2005–2007 гг. сбор информации о биологическом состоянии наваги бух. Оссора впервые проводился с декабря по март, в течение двух полных периодов ее вентерного промысла и нереста. В результате была получена информация об изменении размерной и возрастной структур стада наваги,

размножающегося и зимующего в данной бухте, накоплен большой массив данных о репродуктивных показателях производителей. Анализу этой информации и обобщению данных, накопленных в лаборатории морских промысловых рыб за весь период исследований, посвящена настоящая статья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Данные о биологическом состоянии наваги во время нерестовой миграции собирали в декабре–марте 2005–2007 гг. из уловов нескольких одинаковых пятикательных морских вентерей, выставявшихся в бух. Оссора на расстоянии 200–300 м друг от друга. Длина ловушек вентерей составляла 40 м. Диаметр их кателей и длина стороны квадратных входных отверстий — 1,5 м. Шаг ячеи — 2 см. Глубины расположения входов в ловушки изменялись в пределах 5–7 м. Центральные открылки, выставленные от берега, имели длину около 100 м.

Материалы о зрелости гонад наваги во время ее нагула в море получены по результатам биологических анализов, выполненных во время траловых съемок в 1970–2006 гг. и снюрреводного лова осенью 1988–2007 гг. на шельфе Олюторского и Карагинского заливов.

Биологические анализы выполняли по стандартной методике (Правдин, 1966). Возраст определяли по отолитам. Для определения плодовитости наваги зимой 2005–2007 гг. собирали и фиксировали в формалине ее ястыки. Всего было собрано и обработано более 330 ястыков наваги.

Индивидуальную абсолютную плодовитость получали путем пересчета числа овоцитов в пробе определенной массы на массу яичников. Диаметр овоцитов рассчитывали по методике разработанной для сельди (Анохина, 1960). Был измерен диаметр 11356 овоцитов.

Краткая характеристика репродуктивного цикла наваги юго-западной части Берингова моря

В июне, во время нагула на шельфе Олюторского и Карагинского заливов, более 80% особей наваги обоего пола имеют гонады на II стадии зрелости (табл. 1). К концу лета гонады большинства производителей достигают III и III–IV стадий зрелости. В декабре с гонадами на преднерестовой IV стадии основная масса производителей мигрирует с шельфа в бух. Оссора и другие водоемы подобного типа, где в январе начинается их икрометание. Первыми к нерестилищам подходят наиболее крупные особи (Трофимов и др., 2006, 2007).

Нерест длится с января по март, однако в марте рыбы с гонадами на V стадии зрелости встре-

чаются редко, и более 90% производителей имеют половые железы на посленерестовой стадии VI–II (табл. 2). Большинство рыб сразу после нереста покидает бухту и выходит на нагул в море, поэтому в течение репродуктивного периода наблюдается изменение размерного состава наваги в бухте, и в конце его на нерестилищах доминируют мелкие особи.

Соотношение полов в уловах наваги в течение всего периода наблюдений было равным (табл. 1 и 2), хотя в старших возрастных группах наваги, также как и у многих других видов рыб, доминировали самки (Трофимов и др., 2007).

Половое созревание

По литературным данным, массовое созревание наваги западной части Берингова моря наступает на третьем году жизни при длине 26–28 см (Шевчук, 2001). По нашим данным, самцы наваги впервые созревают при длине 21 см; самки — 22 см на втором году жизни (табл. 3, 4). Массовое созревание самцов наступает при длине 24 см на втором году жизни; самок — 25 см на третьем году.

Не исключено, что возраст наступления половой зрелости у наваги западной части Берингова моря может изменяться в зависимости от численности популяции, поколения или внешних условий среды так же, как и у других рыб (Поляков, 1971; Кошелев, 1984; и др.). Однако в нашем случае, в период наблюдений 1970–2007 гг., каких-либо заметных изменений в скорости созревания наваги в Карагинской рыбопромысловой подзоне не отмечалось. Поэтому можно констатировать, что созревание наваги, размножающейся в бух. Оссора, происходит так же, как и у наваги других популяций Северной

Таблица 1. Стадии зрелости гонад наваги из траловых и снюрреводных уловов в Карагинском и Олюторском заливах в 1972–2006 гг., %

Месяц	Пол	Стадии зрелости					Количество проб, шт.	Доля самок, %
		II	II–III	III	III–IV	IV		
Июнь	♂	90,2	5,6	4,2	0,0	0,0	411	53
	♀	80,6	10,7	8,7	0,0	0,0		
Июль	♂	74,0	19,8	5,2	1,9	0,0	927	52
	♀	36,3	30,2	25,1	8,4	0,0		
Август	♂	4,0	4,2	91,0	0,0	0,8	729	48
	♀	1,3	1,1	13,8	76,3	7,5		
Сентябрь	♂	16,1	29,4	39,6	6,3	8,6	2777	60
	♀	0,5	2,0	18,2	41,2	38,1		
Октябрь	♂	11,5	11,2	44,7	11,6	21,0	1141	60
	♀	3,6	6,3	55,7	22,9	11,5		
Ноябрь	♂	14,9	1,5	54,2	13,2	16,2	828	55
	♀	6,0	1,1	52,1	17,5	23,3		
Декабрь	♂	13,1	0,0	0,0	0,0	86,9	87	52
	♀	2,4	0,0	0,0	0,0	97,6		

Таблица 2. Стадии зрелости гонад наваги в венгерных уловах в бух. Оссора в декабре 2005–2006 гг. и январе–марте 2006–2007 гг., %

Месяц	Пол	Стадия зрелости, баллы					Количество проб, шт.	Доля самок, %
		II	III	IV	V	VI–II		
Декабрь	♀	12	6	82	0	0	754	51
	♂	1	3	96	0	0		
Январь	♀	3	1	9	79	8	297	54
	♂	0	1	20	72	7		
Февраль	♀	2	0	0	65	33	328	44
	♂	1	1	4	64	30		
Март	♀	3	0	0	1	96	422	55
	♂	1	0	0	2	97		

Таблица 3. Доля зрелых особей наваги бух. Оссора по размерным группам в декабре–феврале 1970–2008 гг.

Пол	Длина, см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
♀	% зрелых	0	0	1	9	32	58	69	88	89	93
	Всего проб	34	49	82	99	131	159	238	370	408	450
♂	% зрелых	0	9	25	40	56	79	83	92	–	–
	Всего проб	35	70	85	123	155	193	298	374	–	–

Таблица 4. Доля зрелых особей наваги бух. Оссора по возрастным группам в декабре 2005–2007 гг., январе 2006–2008 гг.

Пол	Возраст, лет	2	3	4
♀	% зрелых	9	82	87
	Всего проб	75	248	193
♂	% зрелых	50	94	99
	Всего проб	24	199	114

Пацифики, массовое созревание которых происходит на втором–третьем годах жизни (Дубровская, 1954; Покровская, 1960; Семененко, 1965; Сафонов, 1986; и др.).

Индивидуальная абсолютная и относительная плодовитость

Размеры овоцитов наваги бух. Оссора на IV стадии зрелости гонад в декабре 2005, 2006 гг. изменялись в пределах 0,48–1,18 мм при средних 0,86 мм в 2005 г. и 0,89 мм в 2006 г. (рис. 1). Они не зависели от длины, массы или возраста рыб (коэффициент корреляции между этими показателями не превышал 0,3). Это позволило нам сравнить наши данные с данными, полученными в 1978 г. А.Ф. Толстяком. Размеры овоцитов наваги бух. Оссора не отличались от таковых у западнокамчатской наваги, у которой они изменялись в пределах 0,79–1,03 мм при средних значениях 0,87 мм и 0,88 мм в разные годы наблюдений. В зал. Корфа навага имела более крупные яйцеклетки — 0,72–1,18 мм при средних 0,95

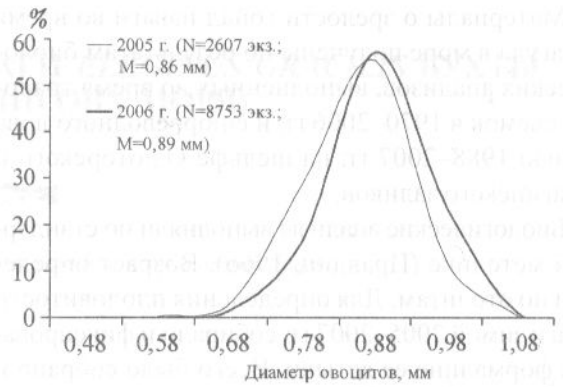


Рис. 1. Размерный состав овоцитов наваги бух. Оссора на IV стадии зрелости гонад в декабре 2005 и 2006 гг.

и 1,09 мм в 1976 и 1978 гг. К сожалению, и в первом и во втором случаях данным автором сделано небольшое количество измерений.

Индивидуальная плодовитость наваги бух. Оссора на IV стадии зрелости гонад в декабре 2005, 2006 гг. изменялась от 16,4 тыс. икринок у трехгодовалой самки длиной 30 см до 207,9 тыс. — у шестигодовой особи длиной 39 см (табл. 5, 6). Средняя плодовитость составляла 68,9 тыс. овоцитов. Средний размах колебаний плодовитости в размерных группах с интервалом один сантиметр составлял 77,3 тыс. овоцитов.

Величина плодовитости наваги бух. Оссора сопоставима с величиной плодовитости наваги зал. Корфа, определенной А.Ф. Толстяком и изменявшейся в пределах 17,5–220,4 тыс. овоцитов. Средние значения составляли 85,2 тыс. икринок в 1976 г. и 60,1 тыс. — в 1978 г.

Статистические методы сравнения плодовитости наваги из разных районов обитания применить не удалось из-за отсутствия первичных данных. Тем не менее, данные на рисунке 2 подтверждают вывод об уменьшении плодовитости наваги Тихого океана с юга на север (Покровская, 1960). Минимальной плодовитостью отличается навага, населяющая Арктику, а максимальной — южную часть ареала, у побережья о. Хоккайдо. Хотя имеются исключения. Плодовитость наваги западнокамчатского шельфа, обитавшей южнее 53° с. ш., была ниже плодовитости рыб, обитавших севернее 54° с. ш.

Количество овоцитов в яичниках наваги зависит от ее длины, массы тела и возраста. С увеличением этих показателей плодовитость увеличивается. Эти связи хорошо описываются уравнением линейной функции:

$$y = A + Bx.$$

Значения постоянных А, В в этих уравнениях и коэффициентов корреляции (r) приведены в таблице 7.

Таблица 5. Средние значения абсолютной плодовитости по размерным группам наваги бух. Оссора на IV стадии зрелости гонад в декабре 2005, 2006 гг.

Длина, см	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
M	28,6	28,5	38,2	36,2	42,7	47,9	56,0	63,6	66,2	81,0	78,8	93,9	95,9	92,9	119,8	134,7
S _x	0	7,2	7,9	5,1	6,4	9,1	11,7	16,6	19,1	18,4	18,1	17,2	27,4	31,8	31,7	16,6
Min	0	21,3	24,6	23,2	27,9	16,4	32,6	25,7	22,2	41,5	30,3	48,7	30,9	44,8	66,6	110,5
Max	0	45,1	68,4	45,8	65,2	86,9	89,0	127,5	130,6	134,2	118,8	131,9	141,9	164,9	207,9	168,0
N	1	5	14	16	16	34	23	38	44	43	28	21	11	9	11	4

Примечание: M — средняя плодовитость, тысяч овоцитов; S_x — среднее квадратическое отклонение; Min — минимальное значение; Max — максимальное значение; N — количество проб, шт.

Таблица 6. Средние значения абсолютной плодовитости наваги бух. Оссора на IV стадии зрелости гонад в декабре 2005, 2006 гг. по возрастным группам

Возраст, лет	2	3	4	5	6	7	8
M	44,7	41,2	59,7	85,6	103,3	95,4	124,7
S _x	1,2	18,3	17,9	21,6	33,4	17,3	7,9
Min	43,5	16,4	22,2	29,8	30,9	50,1	116,8
Max	45,9	127,5	120,4	177,0	207,9	116,6	132,6
N	2	42	163	75	26	8	2

Примечание: обозначения те же, что и в таблице 5

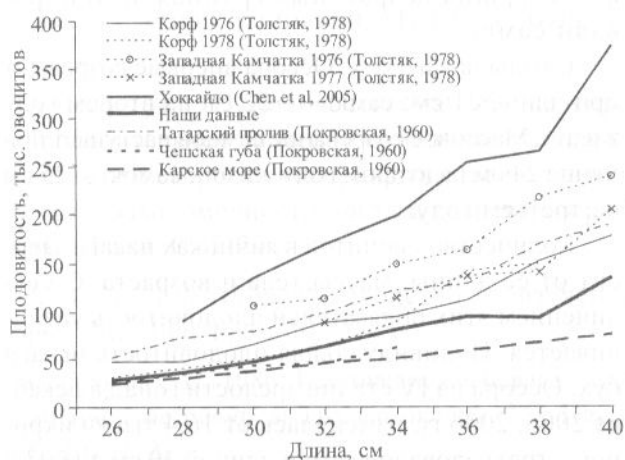


Рис. 2. Абсолютная плодовитость по размерным группам наваги из различных районов обитания Северо-Западной Пацифики и Арктики

Для сравнения темпа увеличения плодовитости в зависимости от длины наваги из разных районов нами были рассчитаны подобные уравнения по литературным данным для наваги, обитающей у северо-восточного побережья о. Хоккайдо (Chen et al., 2005) и в Карском море (Покровская, 1960). Постоянные A и B из этих уравнений также приведены в таблице 7.

Судя по угловым коэффициентам этих уравнений, темп увеличения плодовитости наваги, обитающей на юге ареала, более чем в три раза больше, чем у наваги бух. Оссора. В то же время у наваги бух. Оссора он почти в два раза выше, чем у арктической наваги.

Таблица 7. Постоянные A, B в уравнениях связи ($y=A+Bx$) между абсолютной плодовитостью, возрастом, длиной и массой наваги бух. Оссора (N=327 экз.), плодовитостью и длиной наваги о. Хоккайдо и Карского моря

Место обитания наваги	Показатель	A	B	r
Бух. Оссора	Возраст, лет	1967	15097,0	0,566
	Длина, см	-157067	6921,4	0,721
	Масса, г	-1565	263,9	0,733
Северо-восток о. Хоккайдо*	Длина, см	-471342	20227	-
Карское море**	Длина, см	-57193	3238	-

Примечание: * — рассчитано нами по Chen et al., 2005; ** — по Покровской, 1960

Увеличение плодовитости связывают с увеличением интенсивности генеративного обмена и более быстрым старением организма (Кошелев, 1984; Шатуновский, 1999; и др.). Можно предположить, что темп увеличения смертности с увеличением возраста половозрелых особей наваги, обитающих у северо-восточного побережья о. Хоккайдо, будет также больше, чем у наваги бух. Оссора. Меньшим темпом увеличения плодовитости можно объяснить и меньшую смертность рыб старших возрастов в арктических популяциях наваги. Так, основу возрастного состава нерестовой части популяции наваги Нешканской лагуны составляли рыбы 6–11 лет (неопубликованные данные 1968 г. Л.И. Семененко). В отдельные годы доля рыб в возрасте 11 лет составляла до 20% от остальных возрастных групп. Для нерестовой части популяций наваги Тихого океана, наоборот, свойственно доминирование рыб в возрасте до 4–5 лет (Семененко, 1973; Худя, 1980; Толстяк, 1990; Колпаков, 2005; Гудков и др., 2005; Chen et al., 1993; и др.).

Увеличение плодовитости наваги с севера на юг вряд ли можно связывать с ухудшением условий ее существования, как это можно наблюдать у других рыб (Поляков, 1961; Кошелев, 1984; Шатуновский, 1999; Трофимов, 2006; и др.). В данном случае, это явление, скорее всего, связано с улучшением этих условий, поскольку минимальной пло-

довитостью обладают популяции, обитающие в арктических водоемах, кормовая база которых значительно беднее, а гидрологический режим суровее субарктических. Подтверждением этому можно считать меньшую величину варьирования плодовитости по размерным группам у южной наваги по сравнению с северной, что считается хорошим индикатором стабильности условий среды (Поляков, 1961). Рассчитанный нами по литературным данным средний размах колебаний плодовитости по размерам хоккайдской наваги составлял 62,6 тысячи овоцитов (Chen et al., 2005), а нешканской (по неопубликованным данным Семененко) — 112,9 тысяч.

У наваги бух. Оссора так же, как у наваги о. Хоккайдо и у некоторых других видов рыб, относительная плодовитость на IV стадии зрелости гонад не зависит от длины, возраста или массы самки (Шатуновский, 1987; Трофимов, 2006; Chen et al., 2005; и др.). Коэффициенты корреляции между этими показателями в нашем случае не превышали 0,1.

Эта особенность позволяет сравнивать между собой средние значения относительной плодовитости наваги из различных географических регионов. По результатам наших исследований, относительная плодовитость наваги бух. Оссора изменялась в пределах 107–790 икринок на грамм (далее по тексту — икр./г) массы тела. Средняя составила 348 икр./г. У наваги из зал. Корфа она изменялась в пределах 166–688 икр./г при средних значениях 410 икр./г и 341 икр./г в 1976 и 1978 годах соответственно (неопубликованные данные А.Ф. Толстяк). У западнокамчатской наваги — в пределах 220–685 икр./г при средней плодовитости 433 икр./г.

Таким образом, по нашим данным, тонна производителей наваги в юго-западной части Берингова моря во время нереста способна отложить около $1,7 \times 10^8$ или $2,1 \times 10^8$ яиц. Примерно так же можно оценить репродуктивные возможности западнокамчатской наваги по материалам А.Ф. Толстяка (1978) — около $2,2 \times 10^8$ яиц.

Гонадосоматический индекс используется для изучения особенностей созревания рыб (Правдин, 1966) или в качестве одного из биологических критериев в межпопуляционных сравнениях (Шатуновский, 1987). В последнем случае удобство данного параметра, как и в случае с относительной плодовитостью, заключается в его независимости от длины, массы или возраста рыб. У наваги бух. Оссора в преднерестовый период коэффициенты корреляции между гонадосоматическим индексом и этими показателями не превышали 0,2.

В декабре у самок с гонадами на IV стадии зрелости эта величина изменялась в пределах 5,0–43,7

при средней 15,9. Семенники занимали меньший объем, их доля изменялась в пределах 4,5–28,5 при средней 13,2. Гонадосоматический индекс самок хоккайдской наваги в преднерестовый период, в конце декабря, варьирует в пределах 12–19 при среднем — 16 (Chen et al., 2005).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В декабре большинство половозрелых особей наваги, имеющих гонады на IV стадии зрелости, мигрируют с шельфа в бух. Оссора и другие водоемы подобного типа, где в январе начинается их икрометание. Нерест длится с января по март. Большинство рыб сразу после нереста с гонадами на стадии зрелости VI–II покидает бухту и выходит на нагул в море. До июня почти все они имеют гонады на II стадии зрелости. В течение летне-осеннего нагула гонады производителей достигают III и III–IV стадий зрелости.

Соотношение полов наваги в течение всего периода наблюдений было равным, только в старших возрастных группах доминировали самки.

Самцы наваги бух. Оссора впервые созревают при длине 21 см; самки — 22 см на втором году жизни. Массовое созревание самцов наступает при длине 24 см на втором году жизни; самок — 25 см на третьем году.

Количество овоцитов в яичниках наваги зависит от ее длины, массы тела и возраста. С увеличением этих показателей плодовитость увеличивается. Индивидуальная плодовитость наваги бух. Оссора на IV стадии зрелости гонад в декабре 2005, 2006 гг. изменялась от 16,4 тысяч икринок у трехгодовалой самки длиной 30 см до 207,9 тысяч у шестигодовалой особи длиной 39 см. Средняя плодовитость составляла 68,9 тысяч овоцитов. Количество овоцитов в яичниках наваги зависит от ее длины, массы тела и возраста. С увеличением этих показателей плодовитость увеличивается.

Относительная плодовитость наваги бух. Оссора изменялась в пределах 107–790 икр./г массы тела. Средняя составила 348 икр./г. Данная величина на IV стадии зрелости гонад не зависит от длины, массы или возраста рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анохина Л.Е. 1960. О связи плодовитости, изменчивости размеров икринок и жирности беломорской сельди *Clupea harengus Pallasi maris-albi* Berg // Докл. АН СССР. Т. 133. № 4. С. 960–963.

- Гудков П.К., Назаркин М.В., Вострецов Ю.Е. 2005. Реконструкция по ископаемым отолитам структуры популяции тихоокеанской наваги *Eleginus gracilis* (Gadidae), обитавшей в Амурском заливе 2450–2400 лет назад // Вопр. ихтиологии. Т. 45. № 3. С. 357–362.
- Дубровская Н.В. 1954. Биология и промысел дальневосточной наваги: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МосРыбвтуз, 15 с.
- Кошелев Б.В. 1984. Экология размножения рыб. М.: Наука, 307 с.
- Колтаков Н.В. 2005. Некоторые данные по биологии тихоокеанской наваги *Eleginus gracilis* (Gadidae) прибрежных вод Северного Приморья // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 143. С. 131–139.
- Покровская Т.Н. 1960. Географическая изменчивость биологии наваги (рода *Eleginus*) // Тр. Ин-та океанологии. Т. 31. С. 19–110.
- Поляков Г.Д. 1961. Приспособительное значение изменчивости и свойств популяций рыб // Тр. совещ. ихтиол. комиссии АН СССР. Вып. 13. С. 158–172.
- Поляков Г.Д. 1971. Количественная оценка и приспособительное значение изменчивости плодовитости и скорости воспроизводства популяций рыб // Закономерности роста и созревания рыб. М.: Наука. С. 5–20.
- Правдин А.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 376 с.
- Сафронов С.Н. 1986. Тихоокеанская навага // Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука. С. 201–212.
- Семенов Л.И. 1965. Особенности биологии и перспективы промысла наваги в Ямской и Тауйской губах Охотского моря // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 59. С. 129–135.
- Семенов Л.И. 1968. Биологическая характеристика и некоторые вопросы внутривидовой структуры нерестовых популяций тихоокеанской наваги: Сводный отчет: МоТИНРО. Инв. № 1245. Магадан, 127 с.
- Семенов Л.И. 1973. О локальных стадах тихоокеанской наваги и перспективах ее промысла в северной части ареала // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 59. С. 136–144.
- Толстяк А.Ф. 1990. Влияние некоторых факторов среды на численность поколений камчатской наваги // Биологические ресурсы шельфовых и окраинных морей. М.: Наука. С. 148–155.
- Трофимов И.К. 2006. О плодовитости тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* озер Нерпичье, Калыгирь и Виллюй (Восточная Камчатка) // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 146. С. 158–174.
- Трофимов И.К., Буслов А.В., Куприянов С.В., Ким К. 2007. О биологическом состоянии наваги *Eleginus gracilis* Карагинского залива и бухты Оссора в преднерестовый и нерестовый периоды 2005–2007 гг. // Тез. докл. 8-й науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 277–280.
- Трофимов И.К., Куприянов С.В., Ким К. 2006. Размерный состав наваги *Eleginus gracilis* в бухте Оссора (западная часть Берингова моря) в период зимовки и размножения, декабрь 2005 г. март 2006 г. // Тез. докл. 7-й науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 306–308.
- Худя В.Н. 1980. О динамике численности нерестовой части популяции наваги (*Eleginus gracilis*) северной части Татарского пролива // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 104. С. 134–138.
- Шатуновский М.И. 1987. О некоторых относительных показателях индивидуальной воспроизводительной способности рыб // Вопр. ихтиол. Т. 27. Вып. 6. С. 1022–1025.
- Шатуновский М.И. 1999. Трофо-энергетические механизмы внутривидовой изменчивости рыб // Изв. РАН. Сер. биол. № 4. С. 501–504.
- Шевчук О.В. 2001. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. Навага // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Берингово море. Санкт-Петербург: Гидрометеоздат. Т. 10. Вып. 2. С. 164–169.
- Chen A., Yoshida H., Sakurai Y. 2005. Maturation, reproductive cycle, and characteristics of spawning season of saffron cod, *Eleginus gracilis* (Tilesius) in waters of Hokkaido, Japan // Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn. Vol. 68. P. 45–64.
- Chen A., Sakurai Y. 1993. Age and growth of saffron cod (*Eleginus gracilis*) // Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn. V. 42. P. 251–264.