

## РАЗМЕРНО-ВЕСОВОЙ СОСТАВ И НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО ОТОЛИТОМЕТРИИ СЕГОЛЕТОК И ДВУХЛЕТОК НАВАГИ *ELEGINUS GRACILIS* ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

И.К. Трофимов



Вед. н. с., к. б. н.; Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии  
683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18  
Тел./факс: (4152) 41-27-01, 42-57-96. E-mail: trofimov.i.k@kamniro.ru

*НАВАГА, СЕГОЛЕТКИ, ДВУХЛЕТКИ, РАЗМЕРНО-ВЕСОВОЙ СОСТАВ, ОТОЛИТОМЕТРИЯ, ЮГО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ БЕРИНГОВА МОРЯ*

Показано, что длина сеголеток наваги в уловах учетных тралений в октябре 2013 г. в зал. Карагинском варьировала в пределах 5,3–16,8 см, а масса — 0,5–30,5 г. Соотношение полов было равным. Средние длины и массы обоих полов статистически не различались. Связь между длиной и массой сеголеток наваги аппроксимируется кривой степенной функции по уравнению  $y=0,0029x^{3,3077}$ . Темп роста массы у сеголеток длиной до 10 см и массой до 5 мг меньше, чем у более крупных особей. Длина отолитов сеголеток варьировала в пределах 3,2–8,1 мм, ширина — 1,3–3,9 мм, масса — 3–32 мг. Между длиной, массой рыб и длиной, шириной и массой их отолитов существует тесная положительная связь. Длина двухлеток наваги зал. Карагинского варьирует в пределах 12,9–29,0 см, а масса — 13–190 г. Связь длины и массы двухлеток наваги отражает уравнение  $y=0,0025x^{3,3496}$ . Самки крупнее самцов. Разница между их выборочными средними при сравнении по критерию Стьюдента статистически значима. Различие в росте самцов и самок наваги зал. Карагинского на втором году жизни можно объяснить массовым созреванием ее гонад в этом возрасте. Длина отолитов двухлеток наваги варьирует в пределах 7,0–9,4 мм; ширина — 2,7–7,4 мм, масса — 19–48 мг.

## THE SIZE AND WEIGHT COMPOSITION AND THE SOME DATA OF THE OTOLITH SHAPE ANALYSIS OF UNDERYEARLINGS AND TWO-YEAR-OLD INDIVIDUALS OF SAFFRON COD *ELEGINUS GRACILIS* IN THE SOUTH-WESTERN PART OF THE BERING SEA

Igor K. Trofimov

Leading Scientist, Ph. D. (Biology); Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography  
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18  
Tel./fax: (4152) 41-27-01, 42-57-96. E-mail: trofimov.i.k@kamniro.ru

*SAFFRON COD, UNDERYEARLINGS, TWO-YEAR-OLD INDIVIDUALS, SIZE AND WEIGHT COMPOSITION, OTOLITH SHAPE ANALYSIS, THE SOUTH-WESTERN PART OF THE BERING SEA*

It is demonstrated that the body length and weight of 0+ age saffron cod varied in the trawl survey catches in Karaginsky Gulf in October of 2013 in the ranges 5.3–16.8 cm and 0.5–30.5 g. The number of males and females was equal. Female and male average length and weight did not differ. The correlation between the length and weight of 0+ age saffron cod can be approximated through the  $y=0.0029x^{3.3077}$  power function curve. The weight growth rate in the underyearlings with the body length up to 10 cm and the body weight up to 5 mg is lower than in the bigger individuals. The otolith length in the underyearlings varied in the ranges 3.2–8.1 mm, the width – in the ranges 1.3–3.9 mm, and the weight – 3–32 mg. Tight positive correlation exists between the body length and weight of the fish and the otolith length, width and weight.

The body length of 1+ age saffron cod in Karaginsky Gulf varies in the ranges 12.9–29.0 cm, and the weight – 13–190 g. The correlation between the body length and weight of 1+ age saffron cod is reflected in the function  $y=0.0025x^{3.3496}$ . Females are bigger than males. The differences between their selective means, compared via Student's test, are statistically significant. The difference in the growth rates of males and females of saffron cod in Karaginsky Gulf during their second year of life can occur due to mass gonad maturation in this age. The otolith length of two-year-old saffron cod can vary in the ranges 7.0–9.4 mm; the width – 2.7–7.4 mm, and the weight – 19–48 mg.

Сбор материалов по изучению размерного, весового и возрастного состава основных промысловых видов рыб юго-западной части Берингова моря осуществляется посредством учетных донных траловых съемок шельфа заливов Карагинский, Корфа и Олюторский с 1960-х годов. Благодаря вставке в куток трала 10-миллиметровой дели, уловы рыб позволяют исследовать эти по-

казатели, начиная с сеголеток. Однако о размерно-весовой структуре рыб в возрасте 0+ и 1+ лет, определяющих и формирующих пополнение нерестовой и промысловой части популяции одного из самых многочисленных и важных промысловых видов донного ихтиоценоза этого района — наваги (Борец, 1989; Балыкин, 2006), известно мало.

В единственной работе по этому вопросу показано изменение размерного состава сеголеток по месяцам и глубинам лова (Трофимов, 2011), но отсутствуют сведения об их половой структуре и о смежной возрастной группе — двухлетках, в которой происходит массовое созревание наваги этого района (Трофимов, 2009). Известно, что созревание оказывает влияние на весь последующий жизненный цикл рыбы (Строганов, 1962; Шатуновский, 1980, 1983; и др.). Кроме того, за счет варьирования длины внутри годовых классов, наиболее крупные особи младшего возраста часто смешиваются с мелкими особями старших рыб. Отделить их друг от друга в пробе, взятой из улова, можно только при определении возраста по отолитам (или чешуе и т. п.). Если для рыб старше двух лет такая работа проводится ежегодно на большом количестве проб, взятых из промысловых уловов, то сеголетки и двухлетки в промысловых уловах крайне редки (Новикова, 2002; Трофимов, 2015), а во время съемки трудности в сборе проб этих возрастных групп наваги возникают либо из-за нехватки времени, либо из-за отсутствия возможности доставки их в свежем (замороженном) виде к месту обработки.

В октябре 2013 г. во время проведения учетной донной траловой съемки с борта СРТМ «Пограничник Кирдищев» в зал. Карагинском были собраны, заморожены, а впоследствии доставлены в институт и обработаны пробы сеголеток и двухлеток наваги. Основной целью настоящей работы

являются анализ полученных в результате обработки данных и характеристика размерно-возрастной структуры сеголеток и двухлеток наваги зал. Карагинского. Помимо этого, впервые выявлены основные закономерности размерного и весового роста их отолитов, которые в дальнейшем могут оказаться полезны при разрешении сомнений, возникающих при определении первого годового кольца у старших особей.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Количество материалов, послуживших основой для написания статьи, и суда, на которых они собраны, указаны в таблице 1. В связи с тем, что проб двухлеток наваги, собранных на СРТМ «Пограничник Кирдищев» в октябре 2013 г., недостаточно для полноценного исследования их биологического состояния, были использованы все имеющиеся данные по этой возрастной группе, собранные в зал. Карагинском тралом в сентябре–ноябре во время учетных донных траловых съемок и снюрреводом из промысловых уловов.

Рыб, выловленных на СРТМ «Пограничник Кирдищев» и РТМС «Багратион» (в 2003 г.), измеряли по Смитту с точностью до 1 мм и взвешивали целиком на электронных весах с точностью до 0,5 г. Во всех остальных случаях — с точностью до 0,5 см и 1 г. Пол определяли визуально или при помощи настольной лупы увеличением 3/5 диоптрии. Наполнение желудков оценивали по «Инструкции...» (1976). Возраст устанавливали по

Таблица 1. Количество проанализированных измерений длины и веса тела сеголеток и двухлеток наваги в уловах сентября–ноября в Карагинском заливе за период 1976–2015 гг., суда и типы использованных промысловых орудий

Table 1. The number of the body length and weight and otolith measurements of under yearling and two-year-old saffron cod analyzed in September–November catches in Karaginsky Gulf in for the period 1976–2015, the ships and the fishing gears used

Возраст рыб, лет Age, years	Судно / год Ship / year	Орудие лова Fishing gear	Количество проб БА*, экз. The sample size for biological analysis, individuals	Отолитов для отолитометрии, шт. The number of otoliths for otolith shape analysis
0+	СРТМ «Пограничник Кирдищев» / 2013 SRTM «Pogranichnik Kirdischev» / 2013	Трал Trawl	427	338
	«то же» «Партизанск», 8-459 / 1976 the same «Partizansk», 8-459 / 1976	«то же» the same	4	0
1+	«—» «Артем» / 1979 «—» «Artiom» / 1979	«—»	160	0
	«—» «Немиров» / 1981 «—» «Nemirov» / 1981	«—»	104	0
	РТМС «Багратион» / 2003, 2005 RTMS «Bagration» / 2003, 2005	«—»	48	0
	«—» «Пограничник Кирдищев» / 2013 «—» «Pogranichnik Kirdischev» / 2013	«—»	27	23
	МРС / 2014, 2015 MRS / 2014, 2015	Снюрревод Danish seine	107	0

\* Биологический анализ / Biological analysis

прокаленным в пламени спиртовки поперечным сломом отолитов при помощи бинокулярного микроскопа МБС-10. Длину и ширину отолитов определяли при помощи окуляр-микрометра бинокулярного микроскопа Olympus с точностью до 0,1 мм. Взвешивали отолиты на торсионных весах с точностью до 1 мг. Средние величины сравнивали по Стьюденту (Лакин, 1980). По этому же источнику оценивали достоверность коэффициента корреляции (r). Расчеты и рисунки выполняли в программе Microsoft Office Excel 2007.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Пробы сеголеток наваги в октябре 2013 г. брали из уловов тралений над глубинами 27–50 м. Длина сеголеток варьировала в пределах 5,3–16,8 см (рис. 1). Средняя длина составляла 10,4 см. Их масса изменялась от 0,5 до 30,5 г при среднем значении 7,4 г. Большинство мальков активно пи-

талось. 5% рыб, вошедших в пробу, имели пустые желудки, и 39% — желудки с 4-м баллом наполнения (табл. 2). Средний балл наполнения составил 2,9. 15% обследованных рыб имело желудки, вывернутые наружу. Соотношение полов было равным. Длина самок изменялась в пределах 6,5–16,8 см, самцов — 6,0–15,9 см (рис. 1). Кривые размерных составов сеголеток обладают отрицательной асимметрией, что может свидетельствовать о хороших условиях откорма сеголеток наваги в зал. Карагинском (Поляков, 1975). Средние длины и массы рыб обоих полов статистически не различались, составляя 10,7, 10,3 см и 8,6, 7,7 г соответственно. Трудности в определении пола были связаны не с длиной рыбы, а со свежестью пробы (табл. 3). В свежих пробах пол легко определялся даже у самых мелких особей. В пробах рыб, внутренности которых до заморозки подверглись разрушительному действию желудочно-кишечных

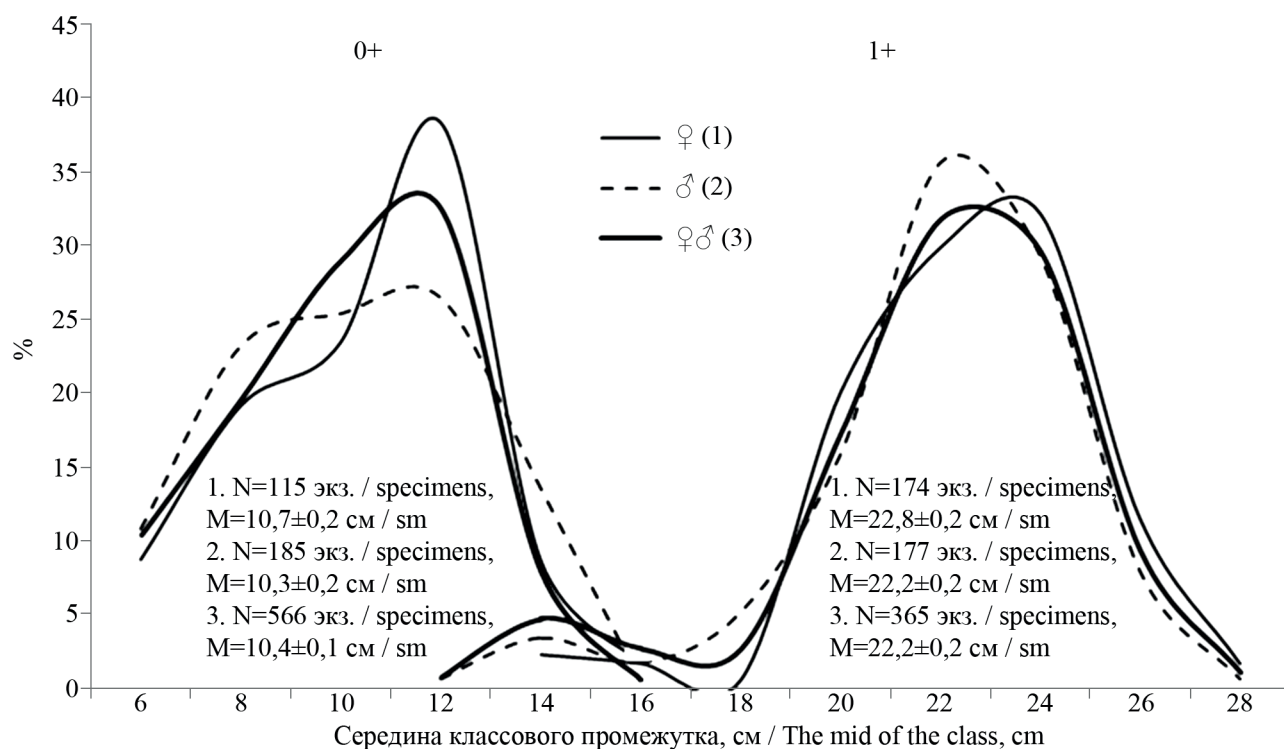


Рис. 1. Размерный состав сеголеток (октябрь) и двухлеток (сентябрь–ноябрь) наваги в Карагинском заливе  
Fig. 1. The size composition of the underyearlings (October) and two-year-old (September–November) saffron cod individuals in Karaginsky Gulf

Таблица 2. Наполненность желудков сеголеток наваги в уловах траловой съемки СРТМ «Пограничник Кирдичев» в октябре 2013 г.  
Table 2. The stomach fullness of underyearling saffron cod in the trawl survey catches of the SRTM “Pogranichnik Kirdishev” in October of 2013

Показатель Index	Наполнение, баллы Fullness, balls					Всего проб, экз. Sample size, individuals	Среднее наполнение, баллы Average fullness, balls
	0	1	2	3	4		
Количество проб, % Number of samples, %	5	6	21	29	39	347	2,9

ферментов, определение пола было связано с длиной. У крупных рыб гонады крупнее и заметнее в массе полупереваренных внутренностей. Поэтому варьирование доли особей с неопределенным полом незначительно у рыб длиной до 9 см, и количество таких особей существенно уменьшается с увеличением длины.

Связь между длиной и массой сеголеток наваги хорошо аппроксимируется кривой степенной функции по уравнению  $y=0,0029x^{3,3077}$  (рис. 2). Коэффициент корреляции этой связи равен 0,961 и достоверен ( $t_{\phi}=65,7, P<0,001$ ). Судя по данной кривой, темп роста массы у сеголеток разной длины различен. Масса рыб длиной до 10 см и массой до 5 мг увеличивается медленнее, чем у более крупных особей. Вероятно, суть этого явления кроется в переходе части рыб, длиной более 10 см и массой — 5 мг, на какую-то качественно новую пищу, дающую им возможность такого быстрого наращивания массы.

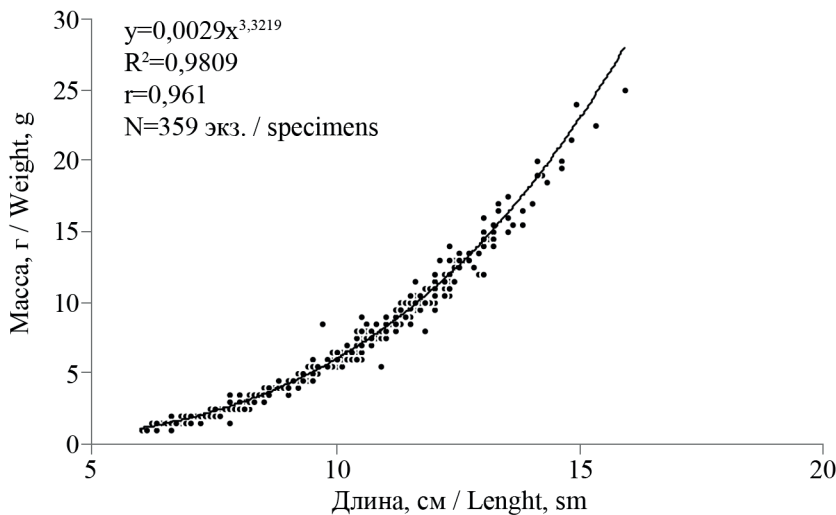


Рис. 2. Зависимость между длиной и весом сеголеток наваги в Карагинском заливе в октябре 2013 г.  
Fig. 2. The correlation between the underyearling body length and weight of saffron cod in Karaginsky Gulf in October of 2013

Длина отолитов сеголеток варьировала в пределах 3,2–8,1 мм, ширина — 1,3–3,9 мм, масса — 3–32 мг. Средние величины этих показателей составляли 5,6, 2,2 мм и 14 мг соответственно. Длина и масса рыб тесно коррелируют с длиной, шириной и массой отолитов. Увеличение одних сопровождается увеличением других показателей. При этом связь «длина рыбы – длина или ширина отолита» наиболее хорошо описывает уравнение линейной функции (табл. 4), а связи «масса рыбы – длина или ширина отолита» и «длина или масса рыбы – масса отолита» — уравнение степенной функции (рис. 3, 4).

Следует заметить, что так же, как и в зависимости массы сеголеток от их длины, темп роста массы их отолитов увеличивается после достижения мальками длины около 10 см (рис. 3). В то же время длина, ширина и масса отолита, наоборот, быстрее растут у мелких особей, массой до 5 г, после чего происходит замедление их роста

Таблица 3. Процент сеголеток и двухлеток наваги с неопределенным полом в разных размерных группах в уловах СРТМ «Пограничник Кирдищев»  
Table 3. The percent of underyearlings and two-year-old saffron cod individuals with undetected sex in different size groups in the catches of the SRTM “Porganichnik Kirdischev”

Длина*, см Length*, cm	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Всего рыб, экз. The total sample size, individuals	3	62	86	82	81	168	124	73	20
Пол не определен, % Undetected gender, %	33	48	41	27	7	4	1	0	5

\* Правая граница размерного класса / The upper limit of the size class

Таблица 4. Уравнения зависимости, коэффициенты кривой аппроксимации ( $R^2$ ), коэффициенты корреляции ( $r$ ) для длины тела сеголеток наваги ( $X$ , см) и длины ( $Y_1$ , мм) и ширины ( $Y_2$ , мм) отолитов  
Table 4. The correlation equations, the curve approximation coefficients ( $R^2$ ), the correlation coefficients ( $r$ ) for the underyearling saffron cod body length ( $X$ , cm) and the otolith length ( $Y_1$ , mm) and width ( $Y_2$ , mm)

Уравнение / Formula	$R^2$	$r$	N, экз.
$Y_1=0,4576X+1,0447$	0,915	0,956	339
$Y_2=0,1786X+0,4434$	0,861	0,927	332

(рис. 4). Из чего можно сделать вывод, что весовой рост отолитов сеголеток наваги, после достижения рыбами длины около 10 см и массы 5 г, происходит преимущественно за счет увеличения их плотности, а не объема.

Длина двухлеток наваги зал. Карагинского варьирует в пределах 12,9–29,0 см при средней длине 22,2 см (рис. 1). Их масса изменяется от 13 до 190 г. Средняя масса составляет 85,6 г. Связь длины и массы двухлеток наваги хорошо отража-

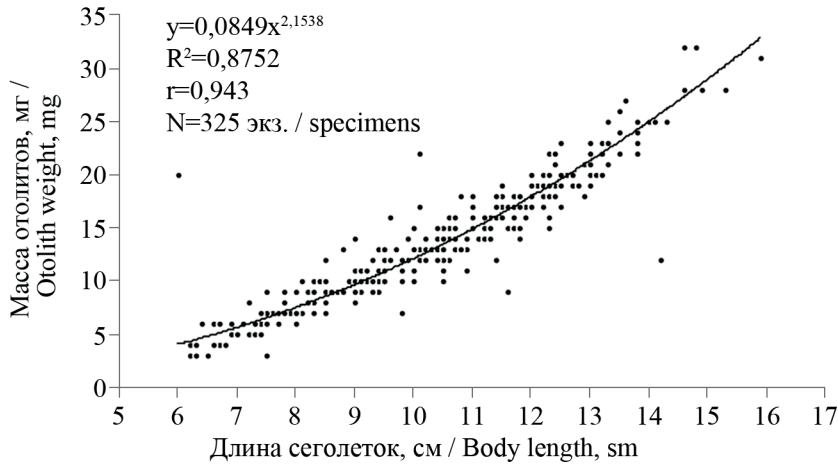


Рис. 3. Зависимость между длиной тела и весом отолитов сеголеток наваги в Карагинском заливе в октябре 2013 г.  
Fig. 3. The correlation between the underyearling saffron cod otolith weight and body length in Karaginsky Gulf in October of 2013

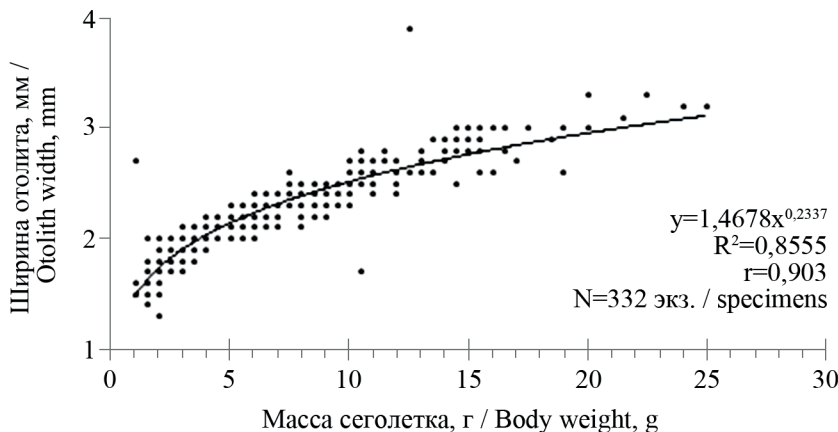
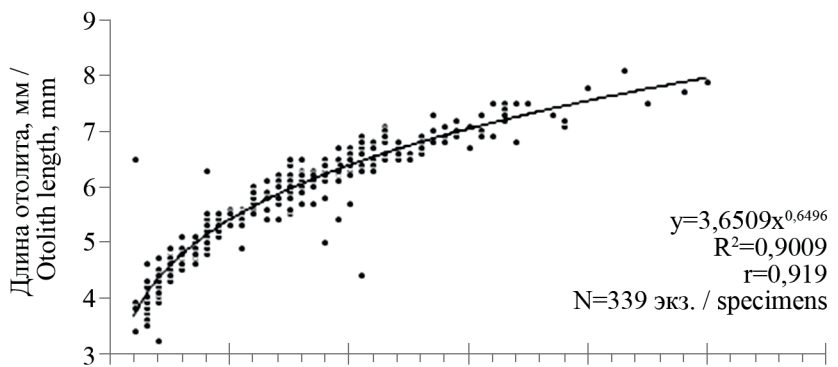
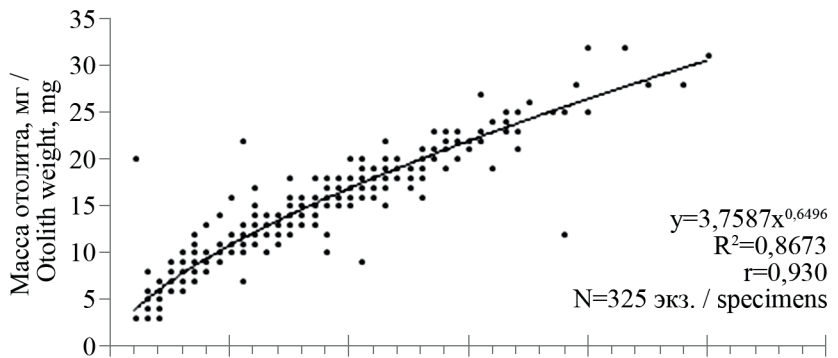


Рис. 4. Зависимость между весом тела и весом, длиной и шириной отолитов сеголеток наваги  
Fig. 4. The correlation between the underyearling body weight and the otolith weight, length and width of saffron cod



ет уравнение степенной функции  $y=0,0025x^{3,3496}$ , коэффициент аппроксимации кривой, построенной по этому уравнению, равен 0,9319, а коэффициент корреляции этих показателей достоверен ( $t_{\phi}=42,2$ ,  $P<0,001$ ) и составляет 0,912 (рис. 5). Границы размерного ряда самок двухлетков наваги находятся в пределах 13,7–28,5 см. Самцов — 12,9–29,0 см (рис. 1). Средняя длина самок больше, чем самцов: у первых она составляет 22,8 см, у вторых — 22,2 см. Разница между выборочными средними невелика, но при сравнении по критерию Стьюдента статистически значима на 5%-м уровне ( $t_{\phi}=2,156$ ,  $P<0,05$ ).

Появление различий в росте самцов и самок наваги зал. Карагинского на втором году жизни можно объяснить массовым созреванием ее гонад в этом возрасте. Известно, что созревание гонад, требующее большого количества энергии, оказывает угнетающее влияние на рост рыбы (Строганов, 1962; и др.). В год наступления половой зрелости или на следующий после этого год рост рыбы резко замедляется. У самцов, которые созревают быстрее и в большем количестве, чем самки, это замедление роста происходит раньше и проявляется интенсивнее. У некоторых рыб, например у сельди, по мере созревания самок в течение жизни различия в росте и длине полов исчезают, и различия средних длин у сельди старших возрастов отсутствуют (Трофимов, 2006). Вероятно, у наваги этот процесс происходит также, поскольку ранее при сравнении средних длин у особей разных полов старших возрастов различий не наблюдалось (Буслов, Трофимов, 2006).

Длина отолитов двухлеток наваги варьировала в пределах 7,0–9,4 мм при среднем значении 8,2 мм; ширина — 2,7–7,4 мм, при средней 3,4 мм. Масса отолитов колебалась от 19 до 48 мг. Средняя масса составляла 36 мг. К сожалению, небольшое

количество проб не позволяет нам установить связи этих параметров с длиной или массой рыб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Длина сеголеток наваги в уловах учетных тралений в октябре 2013 г. в зал. Карагинском варьировала в пределах 5,3–16,8 см. Средняя длина составляла 10,4 см. Их масса изменялась от 0,5 до 30,5 г при среднем значении 7,4 г. Соотношение полов было равным. Длина самок изменялась в пределах 6,5–16,8 см. Самцов — 6,0–15,9 см. Средние длины и массы обоих полов статистически не различались, составляя 10,7, 10,3 см и 8,6, 7,7 г соответственно.

Связь между длиной и массой сеголеток наваги хорошо аппроксимируется кривой степенной функции по уравнению  $y=0,0029x^{3,3077}$ . Судя по данной кривой, темп роста массы у сеголеток разной длины различен. Масса рыб длиной до 10 см и массой до 5 мг увеличивается медленнее, чем у более крупных особей.

Длина отолитов сеголеток варьировала в пределах 3,2–8,1 мм, ширина — 1,3–3,9 мм, масса — 3–32 мг. Средние величины этих показателей составляли 5,6, 2,2 мм и 14 мг соответственно. Длина и масса рыб тесно коррелируют с длиной, шириной и массой отолитов. Увеличение одних сопровождается увеличением других показателей.

По многолетним наблюдениям, длина двухлеток наваги зал. Карагинского варьирует в пределах 12,9–29,0 см при средней длине 22,2 см. Их масса изменяется от 13 до 190 г. Средняя масса составляет 85,6 г.

Связь длины и массы двухлеток наваги хорошо отражает уравнение степенной функции  $y=0,0025x^{3,3496}$ . Средняя длина самок больше, чем самцов: у первых она составляет 22,8 см, у вторых — 22,2 см. Разница между выборочными сред-

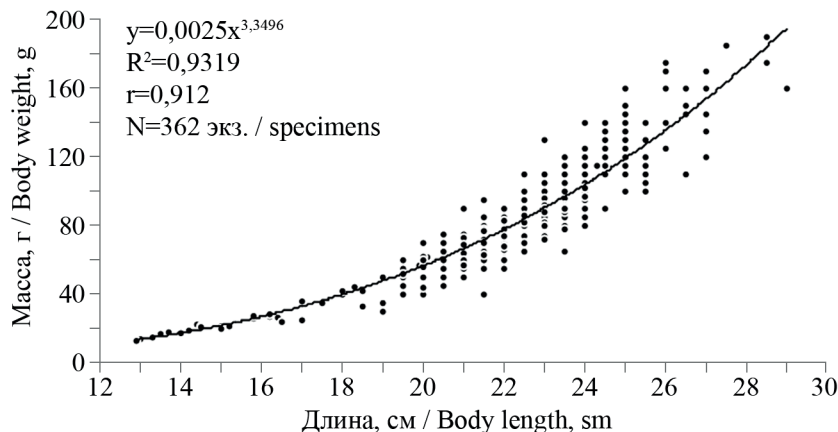


Рис. 5. Зависимость между длиной и весом тела двухлеток наваги в Карагинском заливе в сентябре–ноябре Fig. 5. The correlation between the body length and weight of two-year-old saffron cod in Karaginsky Gulf in September–November

ними при сравнении по критерию Стьюдента статистически значима на 5%-м уровне ( $P < 0,05$ ,  $t_{\phi} = 2,156$ ). Появление различий в росте самцов и самок наваги зал. Карагинского на втором году жизни можно объяснить массовым созреванием ее гонад в этом возрасте.

Длина отолитов двухлеток наваги варьировала в пределах 7,0–9,4 мм при среднем значении 8,2 мм; ширина — 2,7–7,4 мм, при средней 3,4 мм. Масса отолитов колебалась от 19 до 48 мг. Средняя масса составляла 36 мг.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балыкин П.А. 2006. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря. М.: ВНИРО. 143 с.

Борец Л.А. 1989. Состав и биомасса донных рыб на шельфе западной части Берингова моря // Вопр. ихтиологии. Т. 29, вып. 5. С. 740–745.

Буслов А.В., Трофимов И.К. 2006. Рост наваги тихоокеанских вод Камчатки / Промежуточный отчет. Библиотека КамчатНИРО. Инв. № 7602. 49 с.

Инструкция для проведения сбора биологической и промысловой информации на добывающих судах и положение о наблюдателях. 1976. Владивосток: ТИНРО–ТУРНИФ. 21 с.

Лакин Г.Ф. 1980. Биометрия. М.: Высшая школа. 293 с.

Новикова О.В. 2002. Промысел, распределение и некоторые особенности биологии наваги (*Eleginus gracilis* (Tilesius)) прикамчатских вод // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 6. С. 120–130.

Поляков Г.Д. 1975. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. М.: Наука. 158 с.

Строганов Н.С. 1962. Экологическая физиология рыб. М.: МГУ. Т. 1. 444 с.

Трофимов И.К. 2006. Размерно-возрастная структура, линейный рост и половое созревание сельди озер Нерпичье, Калыгирь и Виллюй (Восточная Камчатка) // Изв. ТИНРО. Т. 144. С. 28–48.

Трофимов И.К. 2009. О репродуктивной биологии наваги *Eleginus gracilis* бухты Оссора (юго-западная часть Берингова моря) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 12. С. 86–91.

Трофимов И.К. 2011. Размерный состав сеголетков наваги *Eleginus gracilis* в уловах учетных донных тралений в заливах Карагинский, Корфа, Олюторский (Берингово море) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 20. С. 34–40.

Трофимов И.К. 2015. Размерно-возрастная структура промысловых скоплений наваги западной части Берингова моря в 2003–2012 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 36. С. 5–13.

Шатуновский М.И. 1980. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Наука. 284 с.

Шатуновский М.И. 1983. Метаболические закономерности внутривидовой изменчивости некоторых популяционных параметров морских рыб / Вид и его продуктивность в ареале. М.: Наука. С. 128–133.