УДК 597.562

DOI: 10.15853/2072-8212.2018.49.51-61

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ МАЛЬКОВ НАВАГИ (*ELEGINUS GRACILIS*) И МИНТАЯ (*THERAGRA CHALCOGRAMMA*) У ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ

О.В. Новикова

Вед. н. с., к. б. н.; Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
683600 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18
Тел./факс: (4152) 41-27-01, 42-19-88. E-mail: Novikova.o.v@kamniro.ru

ЗАПАДНОКАМЧАТСКИЙ ШЕЛЬФ, ТИХООКЕАНСКАЯ НАВАГА, МИНТАЙ, МАЛЬКИ, РАЗМЕРНО-ВЕСОВОЙ СОСТАВ, МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

Представлены результаты анализа размерной изменчивости морфотипа мальков наваги и минтая. Амплитуда изменчивости отдельных признаков, выраженная коэффициентом вариации, невелика, что свидетельствует об однородности выборок. В процессе роста отмечены существенные преобразования пластических признаков в разных размерных группах. Особи наваги длиной 60–80 мм с высокой степенью достоверности ($p \leq 0,001$) отличаются от более мелких рыб (20–40 мм) по 4 из 8 исследованных признаков. Минтай длиной 60–80 мм значительно отличается от рыб длиной 40–60 мм по двум признакам. С увеличением длины и массы тела у мальков наваги и минтая становится относительно короче голова и сокращается диаметр глаза. Проведенное сопоставление показывает, что изменения в морфотипе исследуемых рыб носят сходный характер.

SOME DATA ON THE MORPHOLOGICAL FEATURES OF ALEVIN SAFFRON COD (*ELEGINUS GRACILIS*) AND WALLEYE POLLOCK (*THERAGRA CHALCOGRAMMA*) OF THE WEST COAST OF KAMCHATKA

Olga V. Novikova

Leading Scientist, Ph. D. (Biology); Kamchatka Research Institute of Fishery and Oceanography
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18
Tel./fax: (4152) 41-27-01, 42-19-88. E-mail: Novikova.o.v@kamniro.ru

WEST KAMCHATKAN SHELF, SAFFRON COD, WALLEYE POLLOCK, FRY, SIZE-WEIGHT COMPOSITION, MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS

Results of analysis of saffron cod and walleye pollock alevin morphotype variations are demonstrated. The amplitude of variation of particular characteristics, expressed as variation coefficient, is not big, what indicates about homogeneity in examined samples. During the growth significant transformations of plastic features were found in different size groups. The saffron cod individuals with the body length of 60–80 mm demonstrated reliable ($p \leq 0,001$) differences from smaller fish with the length 20–40 mm on 4 of 8 characteristics examined. Walleye pollock with the length of 60–80 mm demonstrated differences from the fish with the length of 40–60 mm on 2 characteristics. With increasing body length and weight, the head of saffron cod and pollock fry gets shorter and the diameter of the eye – less. The comparison has demonstrated similar nature of the changes of the morphotype.

В пределах ареала навага (*Eleginus gracilis*) и минтай (*Theragra chalcogramma*) характеризуются значительной вариабельностью биологических показателей (темп линейного и весового роста, интенсивность откорма и качественный состав потребляемой пищи, плодовитость и др.) (Дубровская, 1954; Николотова, 1954; Мухачева, 1957; Покровская, 1960; Семененко, 1970а, 1970б; Балыкин, 1986; Сафронов, 1986; Темных, 1990; Токранов, Толстяк, 1990; Шунтов и др., 1993; Привалихин, 1998; Черноиванова, 1998; Зверькова, 1999; Напачков и др., 2001; Варкентин и др., 2001; Буслов, Балыкин, 2002; Буслов, 2005; Грицай, 2006; Новикова, 2007; Варкентин, 2014; Кузнецова, 2015 и др.). Однако данные о размерной изменчивости взрослых особей минтая и наваги, а также их мальков,

для которых обычно характерна высокая вариабельность экстерьерных признаков, в литературе встречаются заметно реже. Так, Л.М. Зверькова и Р.К. Сафронова (1986), располагая материалами о минтае первых лет жизни (1+ и 2+), отмечали тенденцию изменения числа позвонков и плавниковых лучей в популяциях рыб из северных и южных районов ареала. Проведенный А.Ф. Толстяком (Новикова, 2002) сравнительный морфологический анализ взрослых особей наваги обоих побережий Камчатки выявил достоверные их различия по меристическим и пластическим признакам. Единственная работа, в которой представлены в сравнительном аспекте материалы по постэмбриональному развитию дальневосточных тресковых рыб и дан их морфологический анализ, опубликована

Н.Н. Горбуновой в 1954 году. Вместе с тем изучение морфометрических показателей молоди рыб способствует более полному представлению об особенностях линейного роста и отдельных частей тела наваги и минтая на первом году жизни.

Цель работы состояла в исследовании особенностей биологии мальков наваги и минтая, а также характера размерной изменчивости их внешних морфологических признаков в прибрежных водах Западной Камчатки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для исследования использован материал, полученный при траловой учетной съемке на НИС МРТК–316 в водах Охотского моря в период с 30 июля по 11 августа 2017 г. в Камчатско-Курильской подзоне. Для проведения работ применялся трал разноглубинный канатный. Всего за рейс было выполнено 83 контрольных траления.

Уловы всех видов рыб в каждом трале считывали и взвешивали, после чего отбирали пробы до 50 экз. массовых видов рыб, которые или

фиксируют в 10%-м формалине, или замораживали для последующего лабораторного анализа.

Всего обработано из траловых уловов 282 малька наваги и 147 мальков минтая. В дополнение был использован материал (10 мальков наваги), полученный в августе 2014 г. из уловов мальковым закидным неводом 3×8 м с ячей в кутке 4 мм (рис. 1).

В работе выполнены морфометрические промеры по схеме, рекомендованной И.Ф. Правдиным (1966). Приняты следующие обозначения морфометрических признаков: АС — длина тела по Смитту; AD — длина тела без хвостового плавника; АО — длина головы; WC — ширина головы; NP — диаметр глаза; GH — максимальная высота тела; AQ — антедорсальное расстояние; AY — антеанальное расстояние, N — число исследованных рыб, экз. Значения исследуемых признаков вычисляли в процентах от общей длины тела рыб (AB). Для всех исследованных признаков рассчитывали средний показатель, ошибку, коэффициент вариации по формуле $CV = 100 \times \delta/M$, где δ —

Рис. 1. Схема расположения выборок наваги (№ 1–4) и минтая (№ 5–7) на западнокамчатском шельфе
Fig. 1. The schematic distribution of saffron cod (№ 1–4) and wall-eye pollock (№ 5–7) samples on the West Kamchatkan shelf

стандартное отклонение, М — среднее значение признака. Достоверность различий морфометрических показателей у рыб разных размерных групп определяли с помощью критерия Стьюдента (Аксютин, 1968).

Для анализа и визуализации результатов исследований использовали программы Microsoft Excel 2007 и PhotoshopCS2.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Мальки наваги были пойманы в дневное время в районах стоков рек Хомутина, Большой и Опа-ла над песчаным дном над глубинами от 14 до 26 м (рис. 1). Как показывают наблюдения, максимальных размеров мальки наваги достигали в районах с наибольшим содержанием хлорофилла *a* и мутности воды (табл. 1). Длина мальков наваги варьировала в пределах 29,4–70,5 мм, в среднем составляя 52,5 мм (рис. 2). Масса рыб изменялась от 0,1 до 2,5 г при среднем значении 0,9 г. Около 80% пойманных рыб составляли особи длиной 45–60 мм и массой от 0,5 до 1,3 г. Величины этих показателей несколько превышают размеры исследованных мальков, пойманных мальковым закидным неводом в этот же период в эустарии рек Пенжина и Таловка, но уступают размерам рыб, выловленных мальковым бим-тралом в прилегающих водах Пенжинской губы (табл. 1). Возможно, эти отличия обусловлены как разной селективностью используемых орудий лова, так и неодинаковыми условиями обитания рыб.

Мальков минтая облавливали в дневное и вечернее время над песчаным дном в прибрежье (в зоне стоков рек Кехта и Кантова) и на значительном удалении от берега (рис. 1). В отличие от минтая Бристольского залива, мальки которого из прибрежных участков крупнее, чем из мористых (Буслов, 2005), в наших уловах минтай достигал наибольших размеров над глубиной 91 м (рис. 1, табл. 1). В целом, по выборкам, размеры мальков минтая в уловах изменялись от 36,9 до 74,6 мм (в среднем 57,8 мм) при массе от 0,3 до 2,8 г (в среднем 1,4 г). Преобладали особи длиной 60–65 мм и массой 1,3–1,7 г, составляющие 60% от пойманных рыб (рис. 3). В целом, размеры мальков минтая из уловов в августе совпадают с данными других авторов, исследовавших их в этот период года (Шунтов и др., 1993; Буслов, 2005).

Таблица 1. Некоторые данные о длине, массе, средних показателях условий обитания и времени поимки мальков наваги (*Eleginus gracilis*) и минтая (*Theragra chalcogramma*) на западном камчатском шельфе
Table 1. Some data about length, weight, habitat averaged conditions and time of sampling of saffron cod (*Eleginus gracilis*) and walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) alevins on the West Kamchatkan shelf

Вид Species	№ выборки Sample	Орудие лова Fishing gear	N, экз.	N, м	Т °С	Соленость (salinity), ‰	О ₂ , мг/л	Chl- <i>a</i> , мкг/л	Мутность (turbidity), ЕМ/литр	Длина тела (AC), мм Body length (AC), mm		Масса тела, г Body weight, g		Источник Source
										Min-max	М	Min-max	М	
<i>Eleginus gracilis</i>	08.2014 р. Пенжина Penzhina R.	Мальковый бим-трал Alevin beam-trawl	86	4	16,3	1,8	11,4	—	—	32,0–60,0	43,2	0,27–1,62	0,67	Коваль и др. (2015) Koval et al. 2015)
	08.2014 Пенжинская губа Penzhina Bay	Мальковый бим-трал Alevin beam-trawl	21	9,5	15,5	14,8	11,4	—	—	37,0–91,0	55,7	0,39–4,98	1,47	Коваль и др. (2015) Koval et al. 2015)
	1	Мальковый закидной невод Alevin haul seine	10	—	—	—	—	—	—	35,1–46,6	39,9	0,31–0,76	0,48	Наши данные Our data
	2	Трал разноглубинный	86	26	7,8	31,8	9,6	1,07	0,76	27,3–65,4	54,4	0,54–2,40	1,16	—/—
	3	канатный	111	14	8,6	32,3	9,4	0,76	0,59	26,2–58,6	43,9	0,11–1,18	0,51	—/—
<i>Theragra chalcogramma</i>	4	Mid-water trawl	85	17	9,6	31,8	9,8	1,90	0,80	43,6–69,5	56,8	0,41–2,52	1,17	—/—
	5	Трал разноглубинный	35	20	11,3	29,6	9,3	1,82	0,85	34,7–61,9	52,1	0,27–2,18	1,18	—/—
	6	канатный	39	20	8,5	31,3	9,5	1,12	0,63	45,1–65,6	56,2	0,74–2,47	1,50	—/—
	7	Mid-water trawl	73	91	5,1	32,8	10,8	1,35	0,12	43,2–71,2	57,5	0,52–2,79	1,50	—/—

Примечание: М — средняя арифметическая, δ — стандартное отклонение
Note: M — arithmetic mean, δ — standard deviation

Рис. 2. Размерно-весовой состав и зависимость массы тела от длины мальков наваги из уловов разноглубинного трала у Западной Камчатки в августе 2017 г.
Fig. 2. The length-weight composition and the correlation between the body weight and length of saffron cod alevins in the midwater trawl catches on West Kamchatka in August of 2017

Рис. 3. Размерно-весовой состав и зависимость массы тела от длины мальков минтая из уловов разноглубинного трала у Западной Камчатки в августе 2017 г.
Fig. 3. The length-weight composition and the correlation between the body weight and length of walleye pollock alevins in the midwater trawl catches on West Kamchatka in August of 2017

Связь между длиной и массой мальков наваги и минтая хорошо аппроксимируется кривой степенной функции по уравнениям $y = 0,0021x^{3,5956}$ ($r = 0,93$, $P < 0,001$) и $y = 0,006x^{3,0881}$ ($r = 0,94$, $P < 0,05$) соответственно (рис. 2 и 3). Как видно из приведенных графиков, темп роста массы у мальков наваги и минтая разной длины отличен. У наваги интенсивное нарастание массы тела происходит у рыб длиной 45–50 мм. У минтая длиной до 55 мм вес увеличивается медленнее, чем у более крупных особей. Вероятно, этот факт обусловлен появлением в пищевом рационе у более крупных рыб качественно нового и более калорийного корма, дающего им возможность такого быстрого наращивания массы (Буслов, 2005; Трофимов, 2017).

Далее приведем морфологическое описание пойманных мальков.

Выловленные мальки наваги и минтая имеют вполне сформированные парные и непарные плавники, отличаясь от взрослых особей размерами и мальковой «шахматной» пигментацией, характерной для молодежи многих тресковых (Кузьмин-Караваев, 1930; Горбунова, 1954; Мухачева, 1957).

Мальки наваги интенсивно пигментированы, особенно заглазничная область. Большую поверхность их тела покрывают рассеянные меланофоры, сконцентрированные в виде двойного ряда пигментных клеток вдоль спины. Для мальков наваги характерны скопления пигментных пятен на боках в виде рядов или широких полос светло-коричневого цвета (рис. 4). У мальков минтая пигмент

Рис. 4. Малек тихоокеанской наваги *Eleginus gracilis* длиной 56 мм (Западная Камчатка)
Fig. 4. The saffron *Eleginus gracilis* cod alevin with the body length 56 mm (West Kamchatka)

Рис. 5. Малек тихоокеанского минтая *Theragra chalcogramma* длиной 74 мм (Западная Камчатка)
Fig. 5. The walleye pollock *Theragra chalcogramma* alevin with the body length 74 mm (West Kamchatka)

распределяется в виде трех прерывистых горизонтальных полос на боках. Интенсивный темный пигмент преобладает на голове — рыле, между глазами, в заглазничной области и на хвостовых лопастях (рис. 5).

Индексы пластических признаков для 4 выборок наваги и 3 выборок минтая приведены в таблицах 2 и 3. Коэффициент вариации (CV) был рассчитан по данным, полученным для индексов внутри выборок. Поскольку в однородном биологическом материале коэффициенты вариации чаще всего бывают порядка 5–10% (Рокицкий, 1973), то амплитуда изменчивости отдельных признаков у мальков наваги и минтая рассматриваемых выборок невелика. Однако особи наваги из эустарной зоны рек Пенжина и Таловка (выборка № 1) имеют ряд отличий в пластических признаках.

Существенные расхождения наблюдаются в сокращении длины тела без хвостового плавника и в значительном увеличении длины и ширины головы, максимальной высоты тела, а также антедорсального расстояния. В выборках наваги № 2–4 наибольшей изменчивостью характеризуются показатели мальков (вариабельность размеров ширины головы, диаметра глаза, максимальной высоты тела, антедорсального и антеанального расстояния), выловленных 5 августа (№ 3) (табл. 2). В трех выборках минтая наибольшей степенью изменчивости отличались рыбы, пойманные 10 августа (№ 7) (ширина головы, диаметр глаза и максимальная высота тела) (табл. 3). Полученные данные позволяют полагать, что развитие мальков наваги и минтая из этих

Таблица 2. Пропорции тела в выборках (% от общей длины тела — АВ) мальков наваги (*Eleginus gracilis*)
Table 2. The body proportions in the samples (% in the body length АВ) of saffron cod (*Eleginus gracilis*) alevins

Статистики Statistics	Длина тела по Смитту, АС The body length, АС	Длина тела по Длины тела без хвостового плавника, АД The body length without caudal fin length, АД	Длина головы, АО The head length, АО	Ширина головы, WC The head width, WC	Диаметр глаза, NP The eye diameter, NP	Максимальная высота тела, GH The maximal body height, GH	Антедорсальное расстояние, АQ The anterodorsal distance, АQ	Антеанальное расстояние, АУ The anteanal distance, АУ
Выборка (sample) № 1 (17–25.08.2014)								
M	95,5	89,6	26,9	9,0	7,2	19,3	35,5	43,6
δ	1,7	2,7	2,3	1,2	0,6	1,5	5,9	5,5
CV	1,8	3,0	8,6	13,3	8,3	7,8	16,6	12,6
Min-max	93,4–98,9	84,5–92,6	24,5–32,4	7,4–11,2	6,5–8,8	17,6–22,1	30,2–48,8	38,6–54,9
Выборка (sample) № 2 (03.08.2017)								
M	96,9	91,6	23,7	8,3	5,9	17,3	30,8	43,5
δ	1,3	1,3	1,2	0,8	0,4	1,7	1,4	1,9
CV	1,3	1,4	5,1	9,6	6,8	9,8	4,5	4,4
Min-max	91,3–99,5	88,1–95,7	17,3–26,4	6,1–10,3	4,6–7,1	12,7–20,9	26,9–34,5	38,2–49,6
Выборка (sample) № 3 (05.08.2017)								
M	95,5	90,8	24,1	8,3	7,5	17,8	31,3	43,8
δ	1,8	1,7	1,4	1,0	0,8	2,1	3,3	4,0
CV	1,9	1,9	5,8	12,1	10,7	11,8	10,5	9,1
Min-max	89,2–99,1	83,1–96,1	19,8–28,1	4,3–11,1	5,2–9,7	11,3–22,6	25,3–44,6	36,9–65,4
Выборка (sample) № 4 (07.08.2017)								
M	97,4	91,3	23,8	8,4	6,2	16,6	31,1	43,2
δ	1,0	0,9	1,2	0,8	0,6	1,5	1,5	2,1
CV	1,1	1,0	5,0	9,5	9,7	9,0	4,8	4,9
Min-max	94,8–99,1	88,9–94,1	21,4–28,1	6,4–10,2	5,0–7,8	13,4–19,9	21,2–33,7	39,9–52,2
Все выборки (all samples) (№ 1–4)								
M	96,5	91,1	24,0	8,3	6,7	17,3	31,2	43,5
δ	1,3	1,1	1,1	0,7	0,8	1,4	1,6	2,1
CV	1,3	1,2	4,6	8,4	11,9	8,7	5,1	4,8
Min-max	89,2–99,5	83,1–96,1	17,3–32,4	4,3–11,1	4,6–9,7	11,3–22,6	21,2–48,8	36,9–65,4

Примечание. M — средняя арифметическая, δ — стандартное отклонение, CV — коэффициент вариации
Note. M — arithmetic mean, δ — standard deviation, CV — variation coefficient

выборки происходило в несколько иных условиях. Навага из близкорасположенных районов имеет наибольшую степень сходства. По мере удаления района обитания наваги на север (район Пенжинской губы) сокращается длина тела без хвостового плавника, увеличиваются длина и ширины головы, а также максимальная высота тела и антедорсальное расстояние. В выборках минтая наибольшей степенью изменчивости отличались рыбы, пойманные на значительном удалении от берега (ширина головы, диаметр глаза и максимальная высота тела). Тем не менее полученные выборки можно считать однородными (табл. 2, 3). Следует отметить, что большинство экстерьерных и пластических показателей мальков наваги и минтая близко совпадает с таковыми из литературных источников (Горбунова, 1954; Мухачева, 1957; Григорьев, 2007).

Для выявления размерной изменчивости признаков использовали мальков наваги трех размерных групп: 20–40, 40–60 и 60–80 мм. Коэффициент вариации веса выше у рыб размерной группы 40–60 мм. У наиболее мелких рыб (20–40 мм) большей степенью изменчивости характеризуются такие параметры, как ширина головы, диаметр глаза и максимальная высота тела. Мальки наваги каждой последующей группы имеют меньшие длину головы, диаметр глаза и максимальную высоту тела. Ширина головы, напротив, увеличивается (табл. 4).

У мальков минтая в размерных группах 40–60 мм и 60–80 мм также наибольшей изменчивостью характеризуется весовой рост, а у более крупных мальков — длина головы. Минтай длиной 60–80 мм имеет меньшие длину головы, диаметр глаза, максимальную высоту тела и антеанальное расстояние (табл. 5). В целом, амплитуда изменчивости отдельных признаков у мальков минтая рассматриваемых размеров, если судить по коэффициентам вариации, невелика, и рыб в этих группах можно считать однородными.

Было установлено, что мальки наваги каждой предыдущей группы отличаются

Таблица 3. Пропорции тела в выборках (% от общей длины тела — АВ) минтая (*Theragra chalcogramma*)
Table 3. The body proportions in the samples (% in the body length АВ) of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) alevins

Статистики Statistics	Длина тела по Смитту, АС The body length on Smith, AC	Длина тела без хвостового плавника, АД The body length without caudal fin length, AD	Длина головы, АО The head length, AO	Ширина головы, WC The head width, WC	Диаметр глаза, NP The eye diameter, NP	Максимальная высота тела, GH The maximal body height, GH	Антедорсальное расстояние, AQ The anterodorsal distance, AQ	Антеанальное расстояние, AY The anteanal distance, AY
Выборка (sample) № 5 (01.08.2017)								
M	96,7	91,2	24,3	9,2	6,2	18,3	31,3	43,1
δ	1,5	0,8	0,9	0,6	0,6	1,3	1,1	1,5
CV	1,5	1,0	3,7	6,3	9,7	7,1	3,5	3,5
Min-max	93,1–99,6	89,5–92,7	22,0–26,3	7,9–10,4	5,1–7,4	14,8–21,0	28,9–35,5	39,4–46,9
Выборка (sample) № 6 (02.08.2017)								
M	97,1	91,2	23,9	9,1	6,1	18,2	31,4	42,3
δ	1,0	0,8	1,6	0,6	0,4	1,2	1,6	1,9
CV	1,0	0,9	6,7	6,6	6,5	6,6	5,1	4,5
Min-max	93,0–98,8	88,8–92,7	15,4–25,6	7,6–10,9	5,2–6,7	16,3–21,5	28,0–37,6	39,1–48,3
Выборка (sample) № 7 (10.08.2017)								
M	96,0	91,9	23,3	8,8	6,3	18,9	30,7	43,6
Δ	1,3	1,4	1,1	0,7	1,1	1,7	1,7	2,3
CV	1,3	1,5	3,0	7,9	17,5	8,9	5,5	5,3
Min-max	93,1–98,8	87,4–95,3	20,3–25,9	6,9–10,7	5,2–8,7	15,0–22,8	26,1–36,5	38,7–48,8
Все выборки (all samples) (№ 5–7)								
M	96,5	91,6	23,7	9,0	6,2	18,6	31,0	43,2
Δ	1,4	1,2	1,3	0,7	0,6	1,5	1,6	2,1
CV	1,4	1,3	5,5	7,8	9,7	8,1	5,2	4,9
Min-max	93,0–96,6	87,4–95,3	15,4–26,3	6,9–10,9	5,1–8,7	14,8–22,8	26,1–37,6	38,7–48,8

Примечание. M — средняя арифметическая, δ — стандартное отклонение, CV — коэффициент вариации
Note. M — arithmetic mean, δ — standard deviation, CV — variation coefficient

с высокой степенью достоверности ($p \leq 0,001$) от особей последующей группы, прежде всего, по длине и массе тела (табл. 6). Рыбы второй размерной группы (40–60 мм), относительно более крупных особей (60–80 мм), характеризуются большими размерами головы. Все группы рыб также различаются с высокой степенью достоверности ($p \leq 0,001$) по диаметру глаза. Особи длиной 60–80 мм достоверно отличаются от более мелких рыб (20–40 мм) по 4 из 8 исследованных признаков.

У самых крупных особей диаметр глаза и длина головы достоверно меньше.

Минтай длиной 60–80 мм значительно отличается от рыб длиной 40–60 мм по двум признакам. Диаметр глаза и антеанальное расстояние у самых крупных особей достоверно меньше, чем у минтая предыдущей размерной группы (табл. 5).

У мальков наваги и минтая к началу августа, несмотря на разный темп роста и, следовательно, длину и массу тела, произошли изменения относи-

Таблица 4. Морфометрические признаки мальков наваги разных размерных групп (% от общей длины тела — AB)

Table 4. The morphological characteristics of saffron cod alevins in different size groups (% in the body length AB)

Признак Measurement	Размерные группы / Size groups (mm)								
	20–40 мм			40–60 мм			60–80 мм		
	M ± m	δ	CV	M ± m	δ	CV	M ± m	δ	CV
AB	38,3 ± 0,76	2,8	7,3	51,6 ± 0,28	5,6	10,8	62,9 ± 0,38	2,7	4,3
W1	0,3 ± 0,02	0,1	33,3	0,8 ± 0,02	0,3	37,5	1,6 ± 0,05	0,3	22,3
AC	95,2 ± 0,65	2,4	2,5	96,4 ± 0,11	1,6	1,7	97,5 ± 0,14	1,0	1,0
AD	89,7 ± 0,75	2,8	3,1	91,2 ± 0,09	1,3	1,4	91,3 ± 0,15	1,0	1,1
AO	24,4 ± 0,44	1,6	5,6	24,0 ± 0,09	1,3	5,4	23,5 ± 0,13	0,9	3,9
WC	7,9 ± 0,42	1,6	20,3	8,3 ± 0,06	0,9	10,8	8,5 ± 0,12	0,8	9,7
NP	8,2 ± 0,26	1,0	12,2	6,7 ± 0,06	0,9	9,3	5,8 ± 0,06	0,4	6,9
GH	17,8 ± 0,74	2,8	15,7	17,3 ± 0,12	1,8	10,4	17,0 ± 0,25	1,8	10,4
AQ	31,2 ± 0,70	2,6	8,3	31,1 ± 0,17	2,6	8,4	31,0 ± 0,13	0,9	3,0
AY	43,4 ± 1,12	4,2	9,7	43,6 ± 0,21	3,1	7,1	43,3 ± 0,29	2,0	4,7
N, экз. Number, pcs	16			226			50		

Таблица 5. Морфометрические признаки мальков минтая разных размерных групп (% от общей длины тела — AB)

Table 5. The morphological characteristics of walleye pollock in different size groups (% in the body length AB)

Признак Measurement	Размерные группы / Size groups (mm)					
	40–60 мм			60–80 мм		
	M ± m	δ	CV	M ± m	δ	CV
AB	54,5 ± 0,47	4,6	8,5	64,1 ± 0,55	4,0	6,2
W1	1,2 ± 0,03	0,3	27,7	1,9 ± 0,05	0,4	19,2
AC	96,6 ± 0,15	1,4	1,5	96,4 ± 0,18	1,3	1,3
AD	91,5 ± 0,13	1,3	1,4	91,8 ± 0,16	1,1	1,2
AO	23,8 ± 0,14	1,3	5,6	22,9 ± 0,47	3,4	14,7
WC	9,1 ± 0,07	0,7	8,0	8,9 ± 0,09	0,6	6,9
NP	6,4 ± 0,06	0,6	8,8	6,0 ± 0,07	0,5	8,8
GH	18,6 ± 0,16	1,5	8,3	18,5 ± 0,22	1,6	8,5
AQ	31,2 ± 0,17	1,7	5,4	30,7 ± 0,20	1,4	4,7
AY	43,4 ± 0,23	2,2	5,1	42,7 ± 0,24	1,7	4,1
N, экз. Number, pcs	95			52		

Таблица 6. Сравнение по критерию Стьюдента морфометрических признаков мальков наваги и минтая разных размерных групп

Table 6. Comparison of morphometric characteristics of saffron cod and walleye pollock alevins by the Student's criterion in different size groups

Признак Measurement	Размерные группы (мм) / Size group (mm)				
	Навага / Saffron cod				Минтай / Walleye pollock
	20–40 и (and) 40–60	40–60 и (and) 60–80	20–40 и (and) 60–80	40–60 и (and) 60–80	40–60 и (and) 60–80
AC	—	***	***	—	—
AD	**	—	*	—	—
AO	—	***	*	—	—
WC	—	—	—	—	—
NP	***	***	***	***	***
GH	—	—	—	—	—
AQ	—	—	—	—	—
AY	—	—	—	—	**

Примечание. Различия между показателями достоверны: * — при $p \leq 0,05$, ** — при $p \leq 0,01$, *** — при $p \leq 0,001$

Note. Authentic differences: * — at $p \leq 0,05$, ** — at $p \leq 0,01$, *** — at $p \leq 0,001$

тельной величины некоторых морфометрических характеристик. Прежде всего, у всех мальков изменяются пропорции головы и тела. Так, основная масса наваги длиной 20–40 мм и минтая 40–60 мм характеризуется относительно большой головой и крупными глазами. С ростом у мальков наваги и минтая изменяются пропорции тела в сторону сокращения длины головы и диаметра глаза относительно общей длины тела рыб и увеличения веса. Увеличение длины тела и уменьшение размеров головы, как известно, облегчают рыбе движение, она становится лучшим пловцом — адаптация, важная для перехода мальков на потребление более крупного и подвижного корма. Такая форма тела позволяет делать быстрый бросок, а большая масса тела увеличивает скорость броска (Горбунова, 1954; Кукушкина, Щербина, 1977).

Таким образом, из пластических признаков у всех рыб самыми устойчивыми оказались ширина головы, максимальная высота тела и антедорсальное расстояние. Ни в одном случае из сравниваемых размерных групп наваги и минтая величины этих признаков значимо не отличались. Остальные пластические признаки оказались очень изменчивыми. Наибольшей изменчивости подвержены такие признаки наваги и минтая, как вес и диаметр глаза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мальки наваги и минтая имели сформированные парные и непарные плавники, отличаясь от взрослых особей размерами и мальковой «шахматной» пигментацией. Длина мальков наваги варьировала в пределах 29,4–70,5 мм. Средняя длина составляла 52,9 мм. Их масса изменялась от 0,1 до 2,9 г при среднем значении 0,9 г. Размеры мальков минтая в уловах колебались от 36,9 до 74,6 мм (в среднем 57,8 мм) при массе от 0,3 до 2,8 г (в среднем 1,4 г).

При изучении морфометрических показателей наибольшая степень их сходства была отмечена у мальков наваги из близкорасположенных районов на западнокамчатском шельфе. По мере удаления района обитания наваги на север (район Пенжинской губы) сокращается длина тела без хвостового плавника, увеличиваются длина и ширина головы, а также максимальная высота тела и антедорсальное расстояние. В выборках минтая наибольшей степенью изменчивости отличались рыбы, пойманные на значительном удалении от берега (ширина головы, диаметр глаза и максимальная высота тела). В целом, амплитуда измен-

чивости отдельных признаков у мальков наваги и минтая рассматриваемых выборок, выраженная коэффициентом вариации, невелика.

При выявлении размерной изменчивости признаков в размерных группах было установлено, что особи наваги длиной 60–80 мм отличаются с высокой степенью достоверности ($p \leq 0,001$) от более мелких рыб (20–40 мм) по 4 из 8 исследованных признаков. Минтай длиной 60–80 мм значимо отличается от рыб длиной 40–60 мм по двум признакам (диаметр глаза и антеанальное расстояние). С увеличением длины тела мальки наваги и минтая отличались относительно небольшими головой и глазами. Проведенное сопоставление показывает, что изменения в морфотипе всех групп рыб носят сходный характер.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность сотрудникам ФГБНУ «КамчатНИРО» А.В. Климову и М.В. Ковалю за предоставленный биологический материал по малькам наваги и минтая, полученный в период неводных и траловых съемок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аксютин А.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть. 289 с.
- Балыкин П.А. 1986. Плодовитость минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) (Gadidae) западной части Берингова моря // Вопр. ихтиологии. Т. 26. Вып. 1. С. 164–168.
- Буслов А.В. 2005. Рост минтая и размерно-возрастная структура его популяций. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 224 с.
- Буслов А.В., Балыкин П.А. 2002. Многолетние изменения линейного роста минтая Восточной Камчатки и западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. Т. 130. Ч. 3. С. 1060–1069.
- Варкентин А.И. 2014. Репродуктивная биология минтая в северной части Охотского моря. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток. 23 с.
- Варкентин А.И., Буслов А.В., Тепнин О.Б. 2001. Некоторые особенности нереста и распределение икры минтая в водах Западной Камчатки // Изв. ТИНРО. Т. 128. Ч. 1. С. 177–187.
- Горбунова Н.Н. 1954. Размножение и развитие минтая *Theragra chalcogramma* // Тр. ИОАН. Т. 11. С. 139–195.

- Григорьев С.С. 2007. Ранние стадии рыб северо-востока России (прибрежные морские воды и внутренние водоемы): Атлас-определитель. Владивосток: Дальнаука. 330 с.
- Грицай Е.В. 2006. Изменчивость размерно-возрастного состава минтая на восточно- и северо-беринговоморском шельфе // Изв. ТИНРО. Т. 147. С. 84–102.
- Дубровская Н.В. 1954. Биология и промысел дальневосточной наваги. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 14 с.
- Зверькова Л.М., Сафронова Р.К. 1986. Некоторые морфометрические и эколого-физиологические особенности молоди минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) (Gadidae) // Вопр. ихтиологии. Т. 26. Вып. 2. С. 232–238.
- Зверькова Л.М. 1999. Минтай Охотского, северной части Японского морей и сопредельных вод Тихого океана (популяционный состав, биологические особенности, динамика численности). Дис. ... док. биол. наук. Владивосток: ТИНРО. 50 с.
- Кузнецова Н.А. 2015. Питание и обеспеченность пищей молоди рыб в восточной части Берингова моря в 2003–2012 гг. // Изв. ТИНРО. Т. 181. С. 129–140.
- Кузьмин-Караваев Г.А. 1930. Мальки наваги Восточного Мурмана // Тр. НИРО. Т. 5. Вып. 4. С. 83–86.
- Кукушкина Н.А., Щербина А.И. 1977. Сравнительная эколого-морфологическая характеристика ледовитоморской наваги *Eleginus navaga* (Pal.) Белого и Чешской губы Баренцова моря // Вопр. ихтиологии. Т. 17. Вып. 6 (107). С. 1123–1127.
- Мухачева В.А. 1957. Материалы по развитию дальневосточной наваги (*Eleginus gracilis* Tilesius) // Тр. ИО АН СССР. Т. 22. С. 356–370.
- Напазаков В.В., Чучукало В.И., Кузнецова Н.А., Радченко В.И. 2001. Питание и некоторые черты экологии тресковых рыб западной части Берингова моря в летне-осенний период // Изв. ТИНРО. Т. 128. Ч. 3. С. 907–928.
- Николотова Л.А. 1954. О питании дальневосточной наваги (*Eleginus navaga gracilis*) // Изв. ТИНРО. Т. 42. С. 286–288.
- 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.
- Новикова О.В. 2007. Дальневосточная навага (*Eleginus gracilis* (Til.)) прикамчатских вод. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский. 24 с.
- Покровская Т.Н. 1960. Географическая изменчивость биологии наваги (рода *Eleginus*) // Тр. ИО АН СССР. Т. 31. С. 19–110.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть. 376 с.
- Привалихин А.М. 1998. Воспроизводительная способность минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 24 с.
- Рокицкий Б.Ф. 1973. Биологическая статистика. Минск: Высш. школа. 320 с.
- Сафронов С.Н. 1986. Тихоокеанская навага / Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука. С. 201–212.
- Семенов Л.И. 1970а. Питание тихоокеанской наваги в Охотском, Беринговом и Чукотском морях в зимне-весенний период // Изв. ТИНРО. Т. 71. С. 78–96.
- Семенов Л.И. 1970б. Особенности роста тихоокеанской наваги // Изв. ТИНРО. Т. 71. С. 97–108.
- Темных О.С. 1990. Пространственная морфо-экологическая дифференциация минтая в Охотском море. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток. 20 с.
- Токранов А.М., Толстяк А.Ф. 1990. Пищевая ниша дальневосточной наваги *Eleginus gracilis* (Tilesius) в прибрежных водах Камчатки // Изв. ТИНРО. Т. 111. С. 114–122.
- Трофимов И.К. 2017. Размерно-весовой состав и некоторые данные по отолитометрии сеголеток и двухлеток наваги *Eleginus gracilis* юго-западной части Берингова моря // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 46. С. 24–30.
- Черноуланова Л.А. 1998. Рост наваги *Eleginus gracilis* Амурского залива (Японское море) // Изв. ТИНРО. Т. 123. С. 100–104.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дуленова Е.П. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. 426 с.

REFERENCES

Aksyutina Z.M. *Elementy matematicheskoy otsenki rezul'tatov nablyudeniy v biologicheskikh i rybokhozyaystvennykh issledovaniyakh* [Elements of mathematical evaluation of the observation results in biological and

- fishery studies]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 1968, 289 p.
- Balykin P.A. Fecundity of Alaska Pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) (Gadidae) from the Western Bering Sea. *Voprosy ikhtiologii*, 1986, vol. 26, issue 1, pp. 164–168. (In Russian)
- Buslov A.V. The growth and the size-age structure of walleye pollock populations. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2005, 224 p.
- Buslov A.V., Balykin P.A. Long-term variability of linear growth of Eastern Kamchatka and Western Bering Sea walleye pollock. *Izvestiya TINRO*, 2002, vol. 130, P. 3, pp. 1060–1069. (In Russian with English abstract)
- Varkentin A.I. *Reproduktivnaya biologiya mintaja v severnoy chasti Okhotskogo morja* [Reproductive biology of the walleye pollock in the northern part of Sea of Okhotsk Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2014, 23 p.
- Varkentin A.I., Buslov A.V., Tepnin O.B. Some features of spawning and distribution of the eggs of walleye pollock in the waters of West Kamchatka. *Izvestiya TINRO*, 2001, vol. 128, P. 1, pp. 177–187. (In Russian with English abstract)
- Gorbunova N.N. Spawning and development of walleye pollock *Theragra chalcogramma*. Proceedings of the Institute of Oceanology of the Academy of Science of the USSR, 1957, vol. 11, pp. 139–195. (In Russian)
- Grigoriev S.S. Early development of the fish of Russian northeast (coastal waters and inland water bodies): Atlas-guide. Vladivostok: Dal'nauka, 2007, 330 p.
- Gritsay E.V. Variance of walleye Pollock length-age structure on the eastern and northern shelves of Bering Sea. *Izvestiya TINRO*, 2006, vol. 147, pp. 84–102. (In Russian with English abstract)
- Dubrovskaya N.V. *Biologiya i promysel dal'nevostochnoy navagi* [Biology and fishery of Far Eastern saffron cod. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Moscow, 1954, 14 p.
- Zver'kova L.M., Safronova R.K. Some morphometric and ecophysiological features of juvenile walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) (Gadidae). *Voprosy ikhtiologii*, 1986, vol. 26, issue 2, pp. 232–238. (In Russian)
- Zver'kova L.M. *Mintay Okhotskogo, severnoy chasti Yaponskogo morey i sopredel'nykh vod Tikhogo okeana (populyatsionnyy sostav, biologicheskiye osobennosti, dinamika chislennosti)* [Walleye pollock of the Sea of Okhotsk, the northern part of the Sea of Japan and adjacent waters of the Pacific Ocean (population composition, biological specifics, stock abundance dynamics). Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Vladivostok: TINRO, 1999, 50 p.
- Kuznetsova N.A. Feeding food supply of juvenile fishes in the eastern Bering Sea in 2003–2012. *Izvestiya TINRO*, 2015, vol. 181, pp. 129–140. (In Russian with English abstract)
- Kuz'min-Karavayev G.A. Alevine saffron cod of the Eastern Murman. Proceedings of Research Institute of Fisheries and Oceanography, 1930, vol. 5, issue 4, pp. 83–86. (In Russian)
- Kukushkina N.A., Shcherbina A.I. Comparative ecologomorphological characteristics of *Eleginus navaga* (Pallas) from the White Sea and the Cheshskaya Guba of the Barents Sea. *Voprosy ikhtiologii*, 1977, vol. 17, issue 6 (107), pp. 1123–1127. (In Russian with English abstract)
- Мышачева B.A. The materials on the development of Far Eastern saffron cod (*Eleginus gracilis* Tilesius). Proceedings of the Institute of Oceanology of the Academy of Science of the USSR, 1957, vol. 22, pp. 356–370. (In Russian)
- Napazakov V.V., Chuchukalo V.I., Kuznetsova N.A., Radchenko V.I. Feeding and some features of ecology of Gadidae fish in the western part of Bering Sea in the summer-autumn season. *Izvestiya TINRO*, 2001, vol. 128, P. 3, pp. 907–928. (In Russian with English abstract)
- Nikolotova L.A. About feeding by Far Eastern saffron cod (*Eleginus navaga gracilis*). *Izvestiya TINRO*, 1954, vol. 42, pp. 286–288. (In Russian)
- Novikova O.V. Fishery, distribution and some biological features of saffron cod (*Eleginus gracilis* (Tilesius)) in the waters adjacent Kamchatka. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2002, issue 6, pp. 120–130. (In Russian)
- Novikova O.V. *Dal'nevostochnaya navaga (Eleginus gracilis (Til.)) prikamchatskikh vod* [Far Eastern saffron cod (*Eleginus gracilis* (Til.)) of the waters adjacent Kamchatka. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Petropavlovsk-Kamchatskiy, 2007, 24 p.
- Pokrovskaya T.N. Geographic variability of saffron cod biology. Proceedings of the Institute of Oceanology of the Academy of Science of the USSR, 1960, vol. 31, pp. 19–110.
- Pravdin I.F. The guidance to the study of fish. Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 1966, 376 p.
- Privalikhin A.M. *Vosproizvoditel'naya sposobnost' mintaya Theragra chalcogramma (Pallas)* [The re-

- production ability of walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas). Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation] Moscow: VNIRO, 1998, 24 p.
- Rokitskiy B.F. The biological statistics. Minsk: The high school, 1973, 320 p.
- Safronov S.N. Pacific saffron cod. The biological resources of the Pacific Ocean. Moscow: Nauka, 1986, pp. 201–212.
- Semenenko L.I. Feeding of the Pacific navaga in the Okhotsk, Bering and Chukotka Sea in winter-spring period. *Izvestiya TINRO*, 1970(a), vol. 71, pp. 78–96. (In Russian with English abstract)
- Semenenko L.I. Peculiarities of growth of the Pacific navaga. *Izvestiya TINRO*, 1970(b), vol. 71, pp. 97–108. (In Russian with English abstract)
- Temnykh O.S. *Prostranstvennaya morfo-ekologicheskaya differentsiatsiya mintaya v Okhotskom more* [The spatial morpho-ecological differentiation of walleye pollock in the Sea of Okhotsk. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Vladivostok, 1990, 20 p.
- Tokranov A.M., Tolstyak A.F. Food niche of the Pacific navaga *Eleginus gracilis* (Tilesius) in coastal waters of Kamchatka. *Izvestiya TINRO*, 1990, vol. 111, pp. 114–122. (In Russian with English abstract)
- Trofimov I.K. The length and weight composition and the some data of the otolith measurements of 0+ and 1+ age individuals of saffron cod *Eleginus gracilis* in the southwestern Bering Sea. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2017, issue 46, pp. 24–30. (In Russian with English abstract)
- Chernoivanova L.A. Growth of Arctic cod *Eleginus gracilis* in the Amur Bay (Japan Sea). *Izvestiya TINRO*, 1998, vol. 123, pp. 100–104. (In Russian with English abstract)
- Shuntov V.P., Volkov A.F., Temnykh O.S., Dulepova E.P. Walleye pollock in ecosystems of the Far Eastern seas. Vladivostok: TINRO, 1993, 426 p.