УДК 597.553.2

DOI: 10.15853/2072-8212.2017.45.44-53

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ЛИНЕЙНОМ И ВЕСОВОМ РОСТЕ МОЙВЫ *MALLOTUS VILLOSUS CATERVARIUS* НА ПЕРВОМ ГОДУ ЖИЗНИ У БЕРЕГОВ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ

Т.Н. Наумова

Н. с., Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18
Тел./факс: (4152) 41-27-01, 42-19-30. E-mail: naumova.t.n@kamniro.ru

ПРЕДЛИЧИНКА, ЛИЧИНКА, МАЛЬКИ, СЕГОЛЕТКИ МОЙВЫ, ЛИНЕЙНЫЙ РОСТ, ПРИРОСТЫ, ВЕСОВОЙ РОСТ, ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ ОХОТСКОГО МОРЯ

Впервые дана характеристика линейного и некоторых аспектов весового роста восточноохотоморской мойвы на первом году жизни. За первые четыре месяца, по среднесноголетним данным, предличинки, а затем личинки вырастают с 6,6 до 20,4 мм. Показано, что размерный состав личинок на первых месяцах жизни вариателен, одна из причин этого явления — растянутость нереста мойвы, а также значительная протяженность нерестового ареала и, соответственно, разные сроки выклева личинок. За первый год жизни мойва вырастает в среднем до 80 мм. Зависимость «возраст–длина» имеет S-образный вид и удовлетворительно описывается логистической функцией. По приведенному уравнению рассчитаны месячные и суточные приросты мойвы на первом году жизни. Обсуждаются некоторые аспекты обитания и питания мальков и сеголеток мойвы в зимний период. Рост мойвы на первом году жизни подвержен значительной годовой изменчивости, что свидетельствует о нестабильности обеспеченности пищей сеголеток мойвы в Охотском море. С рождения до года масса восточноохотоморской мойвы увеличивается с 0,12 мг до 2097 мг. Обсуждаются некоторые аспекты поведения личинок мойвы при переходе на экзогенное питание.

SOME DATA ABOUT LINEAR AND WEIGHT GROWTH OF CAPELIN *MALLOTUS VILLOSUS CATERVARIUS* DURING THE FIRST YEAR OF LIFE NEARSHORE ON WEST KAMCHATKA

Tatyana N. Naumova

Researcher, Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18
Tel./fax: (4152) 41-27-01, 42-19-30. E-mail: naumova.t.n@kamniro.ru

PRELARVAE, LARVAE, ALEVIN, UNDERYEARLING CAPELIN, LINEAR GROWTH, INCREMENTS, WEIGHT GROWTH, EASTERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK

The linear growth and some aspects of the weight growth of capelin in the Eastern part of the Sea of Okhotsk during the first year of life were characterized for the first time. According to the averaged longterm data, the prelarva and later larva demonstrate linear growth from 6.6 to 20.4 mm in 4 early life months. Variations in the larval length composition have been demonstrated for these months, and one of determinants suggested is a very long spawning period and a very extensive spawning area where the time of emergence is reasonably different. For the first year of life the capelin's length can reach up to 80 mm averagely. The "age-body length" correlation is of S-shape and can be described satisfactorily by logistic function. Monthly and daily capelin body length increments were calculated from formula. Some aspects of capelin's alevin and underyearling distribution and feeding in winter have been analyzed. The growth for the first year of life can vary strongly from year to year, what indicates of unstable food supply for underyearlings in the Sea of Okhotsk. For a year since the emergence the individual weight of the Eastern part of the Sea of Okhotsk capelin has been increased from 0.12 to 2097 mg. Some aspects of larval capelin behavior on transit to exogenous feeding have been analyzed.

Одним из наиболее массовых пелагических видов рыб в Охотском море является мойва *Mallotus villosus catervarius* (Pennant, 1784). Запас мойвы, как и других видов рыб с короткой продолжительностью жизни, в значительной мере зависит от величины пополнения. Как известно, формирование годового класса происходит, главным образом, на ранних этапах онтогенеза (Никольский, 1974; Май, 1974). Изучение роста рыб, его особенностей и закономерностей в этот период имеет большое научное и практическое значение. Данные о длине

рыб используются при моделировании динамики численности и расчете рекомендуемого вылова (РВ). Особенности роста рыб, наряду с темпом полового созревания, обычно учитываются при определении промысловой меры и критериев биологической безопасной интенсивности эксплуатации их запасов.

При изучении биологии охотской мойвы всегда придавалось большое значение вопросам ее роста и размерно-возрастной структуры. Результаты исследований по биологии мойвы Охотского

моря обобщены в ряде работ (Румянцев, 1946; Шилин, 1970; Савичева, 1975; Шилин, Лабеецкий, 1978; Великанов, 1986; Науменко, 1990, 2003). Некоторые фрагментарные сведения имеются в литературе и по биологии восточноооотоморской мойвы в личиночно-мальковый период, обычно приводится информация о размерах пойманной молоди, частоте встречаемости (Науменко, Давыдов, 1988; Золотов и др., 1990; Григорьев, 2003, 2004; Токранов, Сафронов, 2004). Наиболее изучен вопрос по экспериментальной инкубации мойвы Охотского моря (Савичева, 1982; Шадрин, 1988; Юсупов, Санталова, 2016). Однако следует отметить, что данных по исследованию роста восточноооотоморской мойвы на первом году жизни в литературе нет. В связи с вышеизложенным, в настоящей работе проанализированы имеющиеся у нас материалы по линейно-весовому росту мойвы на первом году жизни.

Цель данной работы — охарактеризовать закономерности линейного и некоторых аспектов весового роста восточноооотоморской мойвы на первом году жизни.

Исходя из цели, поставлены следующие задачи: рассмотреть особенности линейного роста, выяснить некоторые аспекты весового роста на первом году жизни мойвы у берегов западного побережья Камчатки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалы для исследований собраны во время комплексных ихтиопланктонных съемок в Охотском море у западного побережья Камчатки в июне–октябре 1964–2005 гг. и 2014–2015 гг. Методики проведения обловов и обработки проб использовали стандартные (Инструкция..., 1971; Рекомендации..., 1988). Лов планктона проводили конической сетью ИКС-80 с площадью входного отверстия 0,5 м², при скорости 0,5–0,7 м/с. На каждой станции выполняли вертикальный облов толщи воды: от дна до поверхности при глубине станций менее 200 м, и слоя 0–200 м — на более глубоководных станциях. От пробы отделяли весь ихтиопланктон и фиксировали его в 4%-м растворе формалина до последующей камеральной обработки.

Сведения о собранном у берегов Западной Камчатки материале, количестве станций приведены в таблице 1.

В 2016 г. нами проведен эксперимент по инкубации мойвы. Текущие особи мойвы длиной 14,5–15,0 см были пойманы в прибрежье Охотского моря в районе мыса Левашова, который является основным районом воспроизводства восточноооотоморской популяции (Науменко, 1997). Лов проводили сачками с берега. Оплодотворение икры выполнено 14 июня 2016 г. «сухим способом» на месте поимки. Икру сцеживали в емкость, затем добавляли сперму, осторожно перемешивали в течение 5–10 минут, после чего добавляли воду. Температура воды во время оплодотворения находилась в пределах 5,5–6,5 °С. Оплодотворенную икру при помощи сита перемещали в стеклянные банки с морской водой емкостью 1 л. Транспортировка банок с икрой осуществлялась в термобоксах, снабженных аккумуляторами холода. Время перевозки составляло от 6 до 8 часов. В лаборатории икру помещали в стеклянный аквариум-инкубатор размерами 12×16×20 см, наполненный морской водой на 2/3 объема. Инкубацию икры проводили в холодильных камерах Samsung, средняя температура воды составила 9 °С. Погибшие икринки удаляли со дна с помощью сифона. Морскую воду соленостью 30,7–32,4‰ доставляли в пластиковых 20-литровых контейнерах из Авачинского залива. Один раз в сутки около половины объема воды в аквариуме заменяли на свежую. Измерение температуры осуществляли один раз в сутки. В результате выключилось 38 предличинки. Из каждого аквариума ежедневно просматривали всех предличинок, отмечали изменения в развитии и выполняли измерения некоторых морфологических показателей, характеризующих их рост. Затем фиксировали их в 4%-м формалине и взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,1 мг.

Кроме того, использовали массовые промеры сеголеток, выполненные во время проведения пелагических траловых съемок ТИНРО-Центра в апреле–мае 2002, 2004–2011, 2013, 2016 гг., в сентябре–октябре 2003 г., ноябре–декабре 2007–2008 гг. и МРТК-316 в июне 2005 г.

Для описания роста мойвы в течение первого года жизни в настоящей работе применяли логистическую кривую (Рикер, 1983), уравнение которой имеет вид:

$$L = \frac{L_{\infty}}{1 + 10^{y - \beta\tau}},$$

где L — длина в любой момент времени, L_{∞} — асимптотическая длина, t — месяц жизни, γ и β — коэффициенты уравнения.

Темпы роста рассматривали по абсолютному линейному и весовому приросту за промежуток времени Δt :

$$\frac{L_1 - L_0}{\Delta t} \quad \text{или} \quad \frac{W_1 - W_0}{\Delta t}$$

Относительный прирост, выраженный в процентах с поправкой Броуди, определяли по формуле:

$$\frac{L_1 - L_0}{0.5(L_1 + L_0)} \times 100 \quad \text{или} \quad \frac{W_1 - W_0}{0.5(W_1 + W_0)} \times 100$$

где L_0 , W_0 — длина и масса в начальный (0), и L_1 , W_1 — в конечный (1) моменты промежутка времени Δt (Мина, Клевезаль, 1976).

Таблица 1. Сведения о съемках, проводившихся у берегов Западной Камчатки
Table 1. The information about the nearshore surveys carried out on West Kamchatka

Период выполнения съемки The dates of surveys	Судно Ship	Кол-во станций Number of stations	Кол-во станций с личинками мойвы Number of stations with larval capelin	Кол-во личинок Number of larvae	Кол-во измеренных личинок Number of larvae measures
31.07–04.08.1964	CPTM «Байдар» SRTM “Baydar”	295	7	16	–
16.06–29.06.1968	СТ «Алгاما» ST “Algama”	35	13	129	128
01.07–01.08.1968	СТ «Алгاما» ST “Algama”	149	33	238	235
13.08–22.08.1970	НПС «Искатель» NPS “Iskatel”	142	15	37	22
02.09–28.09.1970	НПС «Искатель» NPS “Iskatel”	173	28	31	31
26.06–20.08.1972	CPTM 8-461 SRTM 8-451	280	62	364	12
20.07–06.08.1973	CPTM «Дельфин» SRTM “Delfin”	93	31	68	4
12.06–08.09.1974	CPTM «Дельфин» SRTM “Delfin”	195	12	21	–
17.06–29.06.1975	НПС-452 / NPS-452	158	9	38	–
04.07–21.07.1975	НПС-452 / NPS-452	118	10	19	–
07.08–15.08.1975	НПС 8-461 / NPS 8-461	132	4	8	7
07.08–22.08.1977	–	103	9	18	5
06–17.09.1977	–	56	9	14	14
18.06–04.07.1978	CPTM 8-453 SRTM 8-453	125	4	6	–
09.07–12.07.1978	CPTM 8-454 SRTM 8-454	56	10	80	5
17.07–27.07.1978	CPTM 8-454 SRTM 8-454	77	13	37	8
28.07–14.08.1982	CPTM «Завитинск» SRTM “Zavitinsk”	106	6	12	10
27.07–11.08.1999	CPTM-K «Шурша» SRTM-K “Shursha”	132	6	11	10
02.07–15.09.2001	CPTM-K «Пограничник Петров» SRTM-K “Pogranichnik Petrov”	107	34	508	–
15.07–12.08.2002	СТР «Сопочное» STR “Sopochnoye”	101	11	19	–
03.09–10.10.2003	CPTM «Панкара» SRTM “Pankara”	237	2	2	2
02.07–23.08.2005	НИС «Профессор Пробатов» R/V “Professor Probatov”	146	50	366	324
09.06–18.07.2014	НИС «ТИНРО» R/V “TINRO”	239	31	189	189
17.06–11.07.2014	НИС «ТИНРО» R/V “TINRO”	84	13	123	123
06.06–12.07.2015	НИС «Профессор Кизеветтер» R/V “Professor Kizevetter”	215	3	13	13
Всего / Total		3554	425	2367	817

Статистическую обработку данных проводили по стандартным методикам (Плохинский, 1961; Лакин, 1980).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Линейный рост мойвы на первом году жизни

Изучение роста мойвы в период раннего онтогенеза является важным компонентом в познании ее биологии. В этот период развитие рыб сопровождается метаморфозами (предличинка, личинка, малек, сеголеток), которые обуславливают значительные изменения ее основных характеристик (Расс, 1946). В результате за короткий промежуток времени мойва от пассивного дрейфа на начальной стадии переходит к активному передвижению сформировавшегося организма.

Из экспериментов по искусственной инкубации икры известно, что длина выклюнувшихся предличинок в восточной части Охотского моря составляет 4,2–5,2 мм (Савичева, 1982), в северной — 4,8–5,9 мм (Юсупов, Санталова, 2016), у западных берегов о. Сахалин (г. Александровск-Сахалинский) — 5,7–6,5 мм (Шадрин, 1988), в Баренцевом море — 4,8–7,5 мм (Поздняков, 1960), исландской мойвы — 7,2 мм (Friðgeirsson, 1976). Близкие значения к экспериментальным данным получены для предличинок, собранных в море у берегов Западной Камчатки в сроки массового выклева (Золотов и др., 1990; Григорьев, 2003; Токранов, Сафронов, 2004; Максименков, 2007; Наумова, Коломейцев, 2015).

У различных популяций отмечается сходный темп роста в течение первого месяца жизни. Абсолютный суточный прирост предличинок восточноохотоморской мойвы можно оценить в пределах 0,14–0,20 мм (Савичева, 1982), баренцевоморской — 0,30–0,35 мм (Поздняков, 1960), западносахалинской — 0,11–0,13 мм (Шадрин, 1988), северо-охотоморской — 0,25–0,36 мм (Юсупов, Санталова, 2015).

К концу 8–10 суток желточный мешок резорбируется, начинается личиночная фаза, к данному времени личинки достигают длины 6,5–7,2 мм (Поздняков, 1960; Савичева, 1982; Юсупов, Санталова, 2016; Friðgeirsson, 1976). Это стадия активно дрейфующей личинки. Размерный состав личинок на первом месяце жизни достаточно вариабелен (рис. 1). Можно предположить, что одна из причин этого явления — растянутость нереста мойвы, а также значительная протяженность не-

рестового ареала (Оганесян, 1990; Науменко, 1997) и, соответственно, разные сроки выклева личинок. Личиночная фаза у мойвы заканчивается при достижении длины 20–35 мм (Григорьев, 2007; Matarese et al., 1989). Из литературных данных известно, что такой длины мойва различных популяций достигает на третьем–четвертом месяцах жизни (Золотов и др., 1990; Григорьев, 2003, 2007; Токранов, Сафронов, 2004). За первые четыре месяца жизни, по среднегодовым данным, мойва в

Рис. 1. Размерный состав личинок восточноохотморской мойвы в первые месяцы жизни
Fig. 1. The body length composition of the East Okhotsk Sea larval capelin in the first months of life

восточной части Охотского моря вырастает с 4 до 35 мм (рис. 1).

Окончание личиночной фазы совпадает с окончанием периода морфогенеза, и следующая за ней фаза малька приходится на период роста (Расс, 1946). Она характеризуется возможностью питания в пелагическом слое и появлением в пищевом рационе мезопланктона (Максименков, 2007). Как следствие, в это время можно ожидать активизации темпов роста.

Особь, пережившие лето, называются сеголетками. Их интенсивный рост продолжается до начала зимы, после чего наблюдается его замедление (рис. 2). К этому времени длина особей близка к 80–95 мм. Судя по их размерам, зимой и ранней весной рост не прекращается, хотя темпы его незначительно снижаются (Рикер, 1983).

Во всех исследованиях, обобщающих рост рыб на первом году жизни, отмечается, что зависимость «возраст–длина» в этот период имеет S-образный характер и удовлетворительно описывается логистической кривой (Плохинский, 1961; Балыкин, Бонк, 1987; Буслов, 2005). Имеющиеся у нас данные по восточноохотоморской мойве аппроксимируются логистической функцией (рис. 2), уравнение которой имеет вид:

$$L = \frac{80}{1 + 10^{1,889 - 0,235\tau}}$$

Таким образом, увеличение линейных размеров мойвы на первом году жизни можно условно разделить на три этапа: замедленный, ускоренный и вновь замедленный. Окончание каждого этапа характеризуется качественными изменениями в процессе роста и соответствует точкам перегиба логистической кривой. При помощи логистической функции смоделирован рост мойвы на первом году жизни, коэффициент корреляции равен 0,85, аппроксимации — 0,97 (рис. 2).

Следует отметить, что полученная теоретическая кривая не является абсолютно точной, а лишь дает представление о характере роста. Для анализа роста по месяцам мы использовали значения длины, полученные по приведенному уравнению.

По рассчитанным данным месячные и суточные приросты наиболее значительны с ноября по январь (что соответствует биологической осени и ранней зиме Охотского моря (Сафронов, 1991), затем в феврале–марте начинается снижение приростов (табл. 2). Увеличение линейных размеров сеголеток на примере минтая в зимние месяцы отмечала в своей работе Л.М. Зверькова (1972).

Рис. 2. Рост восточноохотоморской мойвы на первом году жизни. 1 — теоретическая кривая, 2 — эмпирические данные

Fig. 2. The growth rate of the East Okhotsk Sea capelin during the first year of life. 1 — the theoretical data, 2 — the empirical data

Таблица 2. Линейный рост мойвы на первом году жизни
Table 2. The linear growth of capelin during the first year of life

Показатели роста Growth indexes	Возраст, мес. / Age, month												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год Year
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	
Длина, мм Length, mm	8,3	9,5	11,5	14,7	19,6	26,5	35,7	46,2	56,8	66,1	73,2	78,2	81,5
Абсолютный прирост, мм Absolute increment, mm		1,19	1,97	3,17	4,86	6,98	9,12	10,6	10,5	9,26	7,14	5,01	3,2
Относительный прирост, % Relative increment, %		1,6	2,7	4,3	6,7	9,6	12,4	14,4	14,6	12,7	9,8	6,8	4,5
Суточный прирост, мм Daily increment, mm		0,04	0,07	0,11	0,16	0,23	0,30	0,35	0,35	0,31	0,24	0,17	0,11

Скопления мойвы, как правило, приурочены к фронтальной зоне, образованной холодными шельфовыми и теплыми морскими водами (Наумова, Коломейцев, 2015). В сентябре–октябре личинки и мальки мойвы держатся над изобатами 50–100 м при положительной температуре воды +1,25 °C. В это время больших скоплений они не образуют и находятся в дисперсном состоянии (Лобода, 2003). В декабре мальки и сеголетки встречаются над глубинами 100–200 м (81%) и глубже (19%) при положительных температурах (Ефимкин, 2008). В этот период на западнокамчатском шельфе существуют циклонические и антициклонические водовороты, образованные Западно-Камчатским течением и холодными охотоморскими водами, к которым приурочены повышенные концентрации планктона (Дулепова, 2002). В эти районы и попадает молодь мойвы, где она активно питается и создает зимовальные скопления. Так, по данным С.Г. Сафронова (1984), в зимний период концентрации планктона наблюдаются как в поверхностном, так и в нижележащих слоях. Средняя биомасса под квадратным метром для слоя 50–500 м

составляет 367 мг. Практически повсеместно в составе планктона встречались яйца, науплии и младшие копепоидитные стадии веслоногих рачков, что является основной пищей мойвы на первом году жизни (Максименков, 2007; Fossheim, 2006).

Рассматривая размерный состав личинок и сеголеток мойвы в северо-восточной части Охотского моря по районам (рис. 3) в осенне-зимний период, можно отметить, что более крупные особи обитают на западнокамчатском шельфе, а мелкие — в зал. Шелихова.

Как видно из рисунка 4, вариабельность роста мойвы на первом году жизни наблюдается не только по месяцам, но и в межгодовом аспекте.

Судя по межгодовым колебаниям линейного роста, влияние различных факторов на рост молоди не одинаково в разные годы и периоды и является комплексным процессом (Шульман, 1972; Брет, 1983).

Весовой рост мойвы на первом году жизни

Весовой рост восточноохотоморской мойвы на первом году жизни является неизученной темой.

Рис. 3. Размерный состав личинок и сеголеток мойвы в сентябре–октябре 2005 г. (А) и ноябре–декабре 2007 г. (Б) по районам в восточной части Охотского моря. Обозначения: ЗШ — зал. Шелихова, СЗК — Северо-Западная Камчатка, ЗК — Западная Камчатка
Fig. 3. The body length composition of larval and underyearling capelin in September–October of 2005 (А) and in November–December of 2007 (Б) by districts in the East part of the Sea of Okhotsk. The symbols: ЗШ — Shelikhov Bay, СЗК — North-West Kamchatka, ЗК — West Kamchatka

Рис. 4. Многолетние изменения средней длины сеголеток мойвы в восточной части Охотского моря в апреле–июне
Fig. 4. The long-term dynamics of the average body length of underyearling capelin in the East part of the Sea of Okhotsk in April–June

Средняя масса предличинки, выклюнувшейся в экспериментальных условиях, по нашим данным, составлял 1,2 мг.

В первые дни жизни личинки существуют за счет запасов питательных веществ желточного мешка. Следует отметить, что личинки мойвы переходят на экзогенное питание еще до полного рассасывания желточного мешка, как в естественных (Bjørke, 1976; Courtois, Dodson, 1986), так и в экспериментальных условиях (Поздняков, 1960; Карамушко, Христиансен, 2006; Moksness, 1982). Постепенно эти запасы расходуются, и они начинают потреблять внешний корм. По экспериментальным данным, личинки мойвы начинают заглатывать корм на 4–5 сутки после выклева по достижении длины 7,2 мм (Поздняков, 1960; Журавлева, 1982). В море личинки исландской мойвы начинают питаться при объеме желточного мешка $0,025 \text{ мм}^3$ (Moksness, 1982). После полной резорбции желточного мешка личинки могут прожить в аквариальных условиях 8–12 суток, не получая пищи (Поздняков, 1960; Савичева, 1982). В экспериментальных условиях питающиеся личинки все время находились в активном движении, а напивавшиеся оседали на дно или висели вниз головой, практически не двигаясь и не реагируя на пищу (Карамушко, Христиансен, 2006).

Установлено, что в условиях эксперимента при низких концентрациях пищи наблюдается ускоренный рост небольшой группы личинок, в то время как большинство из них ослаблено или характеризуется пониженной жизнеспособностью (Максименков, 1985). С переходом на экзогенное питание наблюдается ускорение весового роста.

Обычно для описания связи «длина–масса» ранней молоди рыб используется степенная за-

висимость (Кудринская, 1973; Сысоева и др., 1976). Эта функция лучше всего подходит и для личиночно-малькового периода восточноохотоморской мойвы. В целом, за первый год жизни этот показатель составляет 3,2 (рис. 5). Кубическая степень в уравнении:

$$W = al^b,$$

где W — масса, l — длина, a и b — коэффициенты, отмечается у большинства рыб (Рикер, 1983).

Зная характер зависимости «длина–масса» и применив рассчитанные ранее уравнения логистической функций линейного роста, можно смоделировать весовой рост мойвы на первом году жизни, коэффициент корреляции равен 0,85, аппроксимации — 0,99 (рис. 6). При этом приходится априори допустить его S-образный характер.

Как видно на рисунке 6, с рождения до года средняя масса восточноохотоморской мойвы увеличивается с 0,012 до 2,09 г.

По рассчитанным данным интенсивное увеличение массы происходит в весенние месяцы. Максимальные значения абсолютных месячных приростов отмечаются в марте–мае. В течение первых месяцев жизни темп весового роста не высок. Максимальные значения относительного прироста наблюдается в возрасте 9–12 месяцев.

ВЫВОДЫ

Восточноохотоморская мойва обладает высоким темпом роста в первые месяцы жизни. За первый год жизни она вырастает, в среднем, с 6,6 до 80 мм.

Размерный состав личинок на первых месяцах жизни достаточно вариабелен, одни из причин этого явления — растянутость нереста мойвы, значительная протяженность нерестового ареала

Рис. 5. Зависимость «длина–масса» мойвы на первом году жизни
Fig. 5. The “length–weight” correlation during the first year of capelin

Рис. 6. Особенности весового роста восточноооотоморской мойвы на первом году жизни: А — изменения массы, Б — изменение абсолютного месячного прироста, В — изменение относительного месячного прироста. 1 — эмпирические данные, 2 — фактические значения.

Fig. 6. The specifics of the weight growth of the East Okhotsk Sea capelin during the first year of life: A — the body weight dynamics, Б — the dynamics of the absolute monthly increment, В — the dynamics of the relative monthly increment. 1 — the theoretical data, 2 — the empirical data

и, соответственно, разные сроки выклева личинок. Темп роста примерно равен во всех популяциях.

Зависимость «возраст–длина» имеет S-образный вид и удовлетворительно описывается логистической функцией:

$$L = \frac{80}{1 + 10^{1,889 - 0,235t}}$$

Качественные изменения в процессе роста мойвы происходят по завершении стадии личинки и с окончанием «фазы малька».

По приведенному уравнению рассчитаны месячные и суточные приросты длины мойвы на

первом году жизни. Рост мойвы на первом году жизни подвержен значительной годовой изменчивости.

С рождения до года масса восточноооотоморской мойвы увеличивается с 0,12 мг до 2097 мг. Зависимость «длина–масса» на первом году жизни мойвы удовлетворительно описывается степенной функцией:

$$W = 0,000002l^{3,1578}$$

На основе зависимости «длина–масса» и уравнения логистической функции линейного роста, смоделирован весовой рост мойвы на первом году

жизни. В первые месяцы жизни темпы весового роста низкие, максимальные значения наблюдаются в возрасте 9–12 месяцев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балыкин П.А., Бонк А.И. 1987. Рост западноберинговоморского минтая на первом году жизни // Популяционная структура, динамика, численность и экология минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 115–122.
- Брет Дж.Р. 1983. Факторы среды и рост / Биоэнергетика и рост рыб. М.: Легк. и пищ. пром-сть. С. 275–339.
- Буслов А.В. 2005. Рост минтая и размерно-возрастная структура его популяций. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 228 с.
- Великанов А.Я. 1986. Тихоокеанская мойва / Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука. С. 135–146.
- Григорьев С.С. 2003. Распределение личинок мойвы над шельфом Западной Камчатки летом 2001 г. / Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы IV Науч. конф. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 191–194.
- Григорьев С.С. 2004. Летний ихтиопланктон прикамчатских вод Охотского моря // Тр. Камч. фил-ла Тихоокеанского ин-та геогр. ДВО РАН. Вып. 5. С. 37–46.
- Григорьев С.С. 2007. Ранние стадии рыб северо-востока России (прибрежные морские воды и внутренние водоемы): Атлас-определитель. Владивосток: Дальнаука. 311 с.
- Дуленова Е.П. 2002. Сравнительная биопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО-Центр. 273 с.
- Ефимкин А.Я. 2008. Отчет. Результаты экспедиции НИС «Профессор Кагановский» в Охотском море в сентябре–октябре 2008 г. Владивосток: Архив КамчатНИРО. Инв. № 6892. С. 572.
- Журавлева Н.Г. 1982. Опыт подращивания личинок весеннерестующей мойвы // Рыбное хозяйство. № 7. С. 38–39.
- Зверькова Л.М. 1972. Рост и возраст минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) из северной части Японского моря // Вопр. ихтиологии. Т. 12. Вып. 5 (76). С. 869–874.
- Золотов О.Г., Максименков В.В., Николотова Л.А. 1990. Состав личинок рыб в восточной части Охотского моря и их питание // Изв. ТИНРО. Т. 111. С. 58–66.
- Инструкция по сбору и обработке планктона. 1971. М.: Всесоюз. НИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. 82 с.
- Карамушко О.В., Христиансен Й.Ш. 2006. Некоторые аспекты питания и поведения личинок баренцевоморской мойвы *Mallotus villosus villosus* (Salmoniformes, Osmeridae) в экспериментальных условиях // Вопр. ихтиологии. Т. 46. № 3. С. 378–383.
- Кудринская О.И. 1973. Соотношение между весом и длиной личинок некоторых видов рыб // Гидробиол. журнал. Т. 9. № 1. С. 93–96.
- Лакин Г.Ф. 1980. Биометрия: Учеб. пособие для биологич. спец. вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа. 293 с.
- Лобода С.В. 2003. Отчет. Результаты экспедиции НИС «Профессор Кагановский» в Охотском и Японском море в июле–декабре 2003 г. Владивосток: Архив КамчатНИРО. Инв. № 7105. С. 572.
- Максименков В.В. 1985. Питание и пищевые отношения личинок и мальков корфо-карагинской сельди. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток. 20 с.
- Максименков В.В. 2007. Питание и пищевые отношения молоди рыб, обитающих в эстуариях рек и побережье Камчатки. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 278 с.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. 1976. Рост животных. Анализ на уровне организма. М.: Наука. 291 с.
- Наumenko Е.А. 1990. Биологическая характеристика мойвы северо-западной части Берингова моря / Биол. ресурсы шельфовых и окраинных морей. М.: Наука. С. 155–162.
- Наumenko Е.А. 1997. Межгодовая изменчивость подходов мойвы к западному побережью Камчатки // Рыбное хозяйство. № 6. С. 30–32.
- Наumenko Е.А. 2003. Мойва / Состояние биологических ресурсов Северо-Западной Пацифики. Петропавловск-Камчатский. С. 58–62.
- Наumenko Е.А., Давыдов В.Г. 1988. Некоторые особенности распределения и нагула восточно-охотоморской мойвы в личиночно-мальковый период // IV Всесоюз. конф. по раннему онтогенезу рыб (г. Мурманск). Тез. докладов. М.: ВНИЭРХ. С. 22–23.
- Наумова Т.Н., Коломейцев В.В. 2015. Некоторые данные о биологии и распределении личинок мойвы (*Mallotus villosus catervarius*) на шельфе Западной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Сб. науч. тр.

- Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 38. 2015. С. 84–92.
- Никольский Г.В. 1974. Экология рыб. М.: Высш. школа. 367 с.
- Оганесян С.А. 1990. Особенности репродуктивной функции мойвы *Mallotus villosus villosus* (Müller) Баренцева моря в связи с формированием структуры нерестовой части популяции. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 25 с.
- Плохинский Н.А. 1961. Биометрия. Новосибирск: Академия наук СССР. 364 с.
- Поздняков Ю.Ф. 1960. Материалы о развитии мойвы Баренцева моря // Тр. Мурм. морского биол. института. Вып. 2 (6). С. 211–225.
- Расс Т.С. 1946. Ступени онтогенеза костистых рыб (Teleostei) // Зоологич. журнал. Т. 25. Вып. 2. С. 137–148.
- Рекомендации по экспресс-обработке сетного планктона в море. 1988. Владивосток: Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 31 с.
- Рикер У.Е. 1983. Количественные показатели и модели роста / Биоэнергетика и рост рыб. М.: Легк. и пищ. пром-сть. С. 346–402.
- Румянцев А.И. 1946. Мойва Японского моря // Изв. ТИНРО. Т. 22. С. 35–74.
- Савичева Э.А. 1975. Некоторые данные по биологии мойвы западного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. Т. 97. С. 45–50.
- Савичева Э.А. 1982. Эмбриональное развитие дальневосточной мойвы восточной части Охотского моря // Вопр. ихтиологии. Т. 22. Вып. 2. С. 253–258.
- Сафронов С.Г. 1984. Исследования зимнего планктона восточной части Охотского моря / Итоги исследования по вопросам рац. использования и охраны биологических ресурсов Сахалина и Курильских островов. Южно-Сахалинск. С. 163–166.
- Сафронов С.Г. 1991. Особенности сезонных изменений биомассы планктона в восточной части Охотского моря // Исслед. биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа. Сб. науч. трудов. Петропавловск-Камчатский. Вып. 1. Ч. 2. С. 188–199.
- Сысоева Т.К., Птицына Л.Г., Герасимова Л.В. 1976. Питание, рост и выживание личинок и мальков баренцевоморской пикши // Тр. ПИНРО. Вып. 37. С. 7–18.
- Токранов А.М., Сафронов С.Г. 2004. Ихтионейстон прикамчатских вод Охотского моря // Тр. Камч. фил-ла Тихоок. института географии ДВО РАН. Вып. 5. С. 273–285.
- Шадрин А.М. 1988. Эмбрионально-личиночное развитие корюшковых (Osmeridae) Дальнего Востока. II. Мойва *Mallotus villosus socialis* // Вопр. ихтиологии. Т. 28. Вып. 4. С. 632–643.
- Шилин Ю.А. 1970. Некоторые черты биологии мойвы *Mallotus villosus socialis* (Pallas) в северной части Охотского моря // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 71. С. 231–238.
- Шилин Ю.А., Лабеецкий А.С. 1978. Мойва северной части Охотского моря // Рыбное хозяйство. № 1. С. 12–13.
- Шульман Г.Е. 1972. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищ. пром-сть. С. 368.
- Юсупов Р.Р., Санталова М.Ю. 2016. Репродуктивная биология и развитие тихоокеанской мойвы *Mallotus villosus catervarius* Тайской губы (северная часть Охотского моря) // Изв. ТИНРО. Т. 185. С. 49–66.
- Bjørke H. 1976. Some preliminary results on food and feeding of young capelin larvae. ICES C. M. 1976/H:37. 12 p.
- Courtois R., Dodson J.J. 1986. Regime alimentaire et preaux facteurs influencant l'alimentation des larves de caplian (*Mallotus villosus*), d'eperlan (*Osmerus mordax*) dans un rstuairen tiellement mélange // Can. J. Fish. And Aquat. Sci. V. № 5. P. 968–979.
- Fridgeirsson E. 1976. Observations on spawning behaviour and embryonic development of the Icelandic capelin // Reykjavik. Rit Fiskideldar, V. 5. Nr. 4. P. 24.
- Fossheim M. 2006. Spatial structure of capelin larvae and zooplankton off the coast of Northern Norway / University of Bergman. P. 25.
- May R.C. 1974. Larval mortality in marin fishes and the critical period concept // The early life history of fish. J.H.S. Blaxter (ed.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag. P. 3–19.
- Matarese A.N., Kendall A.W., Jr., Blood D.M., Vintner B.M. 1989. Laboratory guide to early life history stage of northeast Pacific fishes. NOAA Technical report NMFS 80. P. 15–81.
- Moksness E. 1982. Food uptake, growth and survival of capelin larvae (*Mallotus villosus* Müller) in an outdoor constructed basin // Fiskeridir. Skr. Ser. havunder. V. 17. P. 267–285.