

Научная статья

УДК 597.552.51–116

DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-871-880

EDN: FBCQGB



О ПЛОДОВИТОСТИ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* ПРОМЫСЛОВОГО СТАДА У ОСТРОВА ИТУРУП

А.Н. Ельников¹, О.В. Зеленников^{2*}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;

² Санкт-Петербургский государственный университет,
199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

Аннотация. Анализировали величину абсолютной плодовитости кеты *Oncorhynchus keta* промыслового стада, сформированного в акватории о. Итуруп. Установили, что кета преимущественно заводского происхождения сохранила те видовые и региональные особенности, которые были характерны для нее ранее, когда стадо формировалось в основном за счет естественного нереста. Величина абсолютной плодовитости, определенная у 3833 самок, варьировала в диапазоне от 769 до 4400 ооцитов. При этом среди рыб двух доминирующих возрастных групп 3+ и 4+ величина плодовитости была больше у старших особей только при значительном увеличении размеров самих производителей; при сходных размерах самок величина плодовитости всегда была больше у рыб младшего возраста. Факторы, которые способствуют увеличению численности кеты заводского стада у о. Итуруп, способствуют и снижению абортивных процессов в яичниках. В результате величина абсолютной плодовитости тесно и положительно коррелирует с массой улова кеты в прибрежье.

Ключевые слова: Итуруп, кета, *Oncorhynchus keta*, абсолютная плодовитость

Для цитирования: Ельников А.Н., Зеленников О.В. О плодовитости кеты *Oncorhynchus keta* промыслового стада у острова Итуруп // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 4. — С. 871–880. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-871-880. EDN: FBCQGB.

Original article

On fecundity of chum salmon *Oncorhynchus keta* in the commercial herd at Iturup Island

Andrey N. Elnikov*, Oleg V. Zelennikov**

* Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
19, Okružnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

** St. Petersburg State University, 7/9, Universitetskaya Emb., St. Petersburg, 199034, Russia
* Ph.D., senior researcher, elnikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-5511-2382

** D.Biol., assistant professor, oleg_zelennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419

* Ельников Андрей Николаевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, elnikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-5511-2382; Зеленников Олег Владимирович, доктор биологических наук, доцент, oleg_zelennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419.

© Ельников А.Н., Зеленников О.В., 2023

Abstract. Absolute fecundity of chum salmon *Oncorhynchus keta* is investigated for the commercial herd dwelled at Iturup Island. Currently, the herd is formed mostly by fish of hatchery origin but has retained the same species and regional features that distinguished it when it was formed mainly due to natural spawning. The value of absolute fecundity is determined for 3833 females and ranges from 769 to 4400 oocytes. For the fish of two dominant age groups (3+ and 4+), this number usually decreases with age, with the exception of particularly large older fish with greater fecundity. Same factors that promote abundance of hatchery fish in the herd also contribute to decreasing of abortive processes in the ovaries, therefore the absolute fecundity correlates closely and positively with the catch of chum salmon in the coastal waters.

Keywords: Iturup Island, chum salmon *Oncorhynchus keta*, fecundity

For citation: Elnikov A.N., Zelennikov O.V. On fecundity of chum salmon *Oncorhynchus keta* in the commercial herd at Iturup Island, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 203, no. 4, pp. 871–880. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-871-880. EDN: FBCQGB.

Введение

Величина абсолютной плодовитости является едва ли не самым изученным показателем в репродуктивной биологии рыб, чему способствуют два главных обстоятельства. С одной стороны, размеры ооцитов дефинитивного состояния у рыб редко бывают менее 1 мм, а значит, эти клетки являются легкодоступными для визуального подсчета даже в полевых условиях. С другой — именно совокупное число ооцитов у самок, достигших полового созревания, является отправной точкой для понимания численности формирующегося поколения. С учетом этих двух обстоятельств величина абсолютной плодовитости является одним из показателей стандартного биологического анализа и к настоящему времени изучена у всех видов промысловых рыб всех эксплуатируемых промыслом стад.

Абсолютная плодовитость у кеты также является хорошо изученным показателем, нередко становясь и предметом отдельных исследований [Beacham, 1982; Каев, Каева, 1986; Хоревин, 1990; и др.]. Кета, заходящая на нерест в реки и озера о. Итуруп, не стала исключением, являясь объектом всестороннего изучения, в том числе и в плане репродуктивной биологии [Каев, 2003; Каев, Ромасенко, 2010]. Вместе с тем за последние 20 лет ситуация с кетой на о. Итуруп качественно изменилась. За эти годы на острове были полностью перестроены два рыболовных завода — Курильский и Рейдовый — и построены еще 15 рыболовных предприятий, специализированных именно на воспроизводство кеты. В результате выпуск молоди этого вида, например в заливы Простор и Курильский, с 10,7 млн мальков в 1996 г. увеличился до 197,6 млн в 2020 г. [Ельников, Зеленников, 2023], следствием чего стало многократное увеличение промыслового стада [Кловач и др., 2018].

Настоящая работа выполнена в рамках комплексного исследования стада кеты, сформированного в заливах Простор и Курильский. Ее цель — проанализировать величину абсолютной плодовитости самок, сравнить ее с плодовитостью самок в прошлые годы, когда стадо формировалось преимущественно за счет естественного нереста, а также рассмотреть величину плодовитости в зависимости от численности производителей.

Материалы и методы

Данные по плодовитости кеты были получены в ходе плановых биологических анализов производителей, идущих на нерест в бассейны заливов Простор и Курильский (о. Итуруп, Сахалинская область) в августе–ноябре 2014–2022 гг. Рыб для анализов отбирали случайным образом из уловов ставных, кошельковых и закидных неводов, а также из партий производителей, подходивших к пунктам сбора икры (забойкам) лососевых рыболовных заводов. Всего за 9 лет плодовитость определили у 3820 производителей кеты. При определении величины абсолютной плодовитости сначала взвешивали фрагмент (навеску) яичника. Затем подсчитывали число ооцитов в навеске

и относили полученное число к массе обеих гонад [Никольский, 1974]. В работе также использовали и другие показатели, полученные в ходе проведения анализов, — длину и массу самок, а также их возраст, определенный по чешуе.

При статистическом анализе учитывали тот факт, что в некоторых сравниваемых выборках число измерений исчислялось несколькими сотнями особей, а в других случаях составляло 3–6 особей. С учетом различного объема выборок достоверность различий средних значений показателей оценивали с использованием критерия Манна-Уиттни при $p < 0,05$. Связь между величиной плодовитости, массой улова кеты, длиной и массой рыб оценивали, используя ранговый коэффициент корреляции Спирмена и коэффициент парной корреляции Пирсона. В случае статистически значимой сильной корреляционной связи (коэффициент корреляции Пирсона больше 0,7) зависимость между переменными описывали с помощью уравнения парной линейной регрессии.

Результаты и их обсуждение

Длина и масса самок кеты, у которых в ходе биологических анализов определяли величину абсолютной плодовитости, существенно различались как у рыб разных возрастных групп, так и у рыб в разные годы. В целом линейно-весовая характеристика самок соответствовала тем закономерностям, которые были выявлены ранее при исследовании всего стада кеты [Ельников, Зеленников, 2023]. Во-первых, при единичном исключении длина и масса тела были достоверно больше у рыб более старшего возраста. Во-вторых, размеры производителей в разные годы различались и весьма существенно. Например, в 2014 г. средняя масса самок в возрасте 2+, 3+, 4+ и 5+ была равна соответственно 2,77, 3,05, 3,32 и 3,55 кг при достоверных различиях между всеми группами (табл. 1). В свою очередь, в 2018 г. средняя масса самок составила соответственно 2,07, 2,47, 2,87 и 3,30 кг и в каждой из возрастных групп была достоверно меньше, чем масса самок в 2014 г.

Величина абсолютной плодовитости у всех исследованных самок варьировала в диапазоне от 769 до 4400 ооцитов (табл. 1). При этом в сумме за все годы в каждой из возрастных групп максимальные значения плодовитости были больше минимальных в 4–5 раз. Связь между плодовитостью, с одной стороны, и длиной или массой тела — с другой, была сравнительно невысокой и достоверной только в случае наиболее крупных выборок. Например, в 2014 г. для рыб в возрасте 3+ коэффициент корреляции величины плодовитости с длиной самок составил 0,46, а с массой — 0,43; в возрасте 4+ — соответственно 0,45 и 0,49. Анализируя корреляцию между абсолютной плодовитостью и размерами рыб в наиболее крупных выборках, мы получили следующие результаты. В 2016 г. в возрасте 4+ — 390 экз., в 2018 г. в возрасте 3+ — 381 экз. и в 2020 г. в возрасте 3+ — 341 экз., коэффициент корреляции плодовитости с длиной составил соответственно 0,49, 0,53 и 0,61, а с массой — 0,57, 0,62 и 0,57. Таким образом, по нашим данным связь величины абсолютной плодовитости с массой тела в среднем была несколько выше, чем с длиной.

Сравнивая величину плодовитости у рыб разных возрастных групп, можно отметить, что ее изменение не соответствовало изменению массы самок. Так, в 2014 и 2015 гг. при достоверном увеличении массы рыб в возрасте 4+ по сравнению с массой в возрасте 3+ величина плодовитости значимо не различалась (табл. 1). Более того, также при достоверном увеличении массы рыб в возрасте 4+ в 2016 и 2017 гг. плодовитость была даже меньше, чем у самок в возрасте 3+. В последующие годы плодовитость рыб в возрасте 4+ была достоверно больше, чем у рыб в возрасте 3+. Однако и масса самок старшего возраста при этом была не просто достоверно, но и значительно (в среднем более 14 %) больше (табл. 1).

Оценить величину плодовитости у самок в возрасте 2+, 5 и 6+ оказалось затруднительно из-за небольшого числа особей этих возрастных групп. В возрасте 2+ в выборках от 10 экз. величина плодовитости у рыб всегда была достоверно меньше, чем в возрасте 3+.

Таблица 1
 Масса (кг) и величина абсолютной плодовитости (ооциты) у самок кеты разного возраста в бассейнах заливов Простор и Курильский
 Table 1
 Body weight (kg) and absolute fecundity (oocytes) for chum salmon females of certain age in the waters of Prostor and Kurilsky Bays

Год	Залив	2+			3+			4+			5-6+		
		Экз.	Масса рыб	Плодовитость	Экз.	Масса рыб	Плодовитость	Экз.	Масса рыб	Плодовитость	Экз.	Масса рыб	Плодовитость
2014	Простор	15	2,77	1980	143	3,06	2153	114	3,34	2220	18	3,54	2339
	Курильский	2	2,73	2260	22	2,99	2189	30	3,24	2225	3	3,62	2387
	Оба залива	17	2,77±0,11 2,15-3,43	2011,0±78,3 1367-2727	165	3,05±0,04* 1,78-4,55	2158,0±32,7* 1263-3469	144	3,32±0,05* 1,82-4,78	2221,0±35,4 1327-3366	21	3,55±0,10* 2,92-4,55	2346,0±91,9 1479-3137
2015	Простор	1	2,81	2063	180	3,03	2202	70	3,20	2210	35	3,08	2144
	Курильский	-	-	-	122	2,80	2252	24	3,30	2448	4	3,73	2125
	Оба залива	1	2,81	2063	302	2,94±0,03 1,92-5,17	2222,0±26,0 1055-4237	94	3,23±0,07* 2,02-5,58	2271,0±51,6 1239-4138	39	3,14±0,10 2,09-4,52	2142,0±84,7 1159-3544
2016	Простор	5	2,72	1898	69	2,77	2103	175	2,84	2030	7	3,28	2009
	Курильский	1	2,29	2049	55	2,33	1846	215	2,59	1847	-	-	-
	Оба залива	6	2,65±0,12 2,29-3,13	1923,0±180,0 1385-2569	124	2,58±0,05 1,60-4,32	1989,0±35,4 1052-3089	390	2,70±0,03* 1,57-4,96	1929,0±22,4 224-4210	7	3,28±0,15* 2,81-3,78	2009,0±59,3 1758-2186
2017	Простор	77	2,29	1859	134	3,15	2244	46	3,62	2196	25	3,75	2057
	Курильский	22	2,32	2080	45	3,22	2402	55	3,59	2271	75	3,66	2062
	Оба залива	99	2,29±0,05 1,43-4,34	1908,0±50,8 844-3605	179	3,17±0,04* 1,78-4,65	2294,0±32,8* 1221-3442	101	3,60±0,06* 2,09-5,21	2237,0±40,8 1417-3689	100	3,68±0,06 2,33-5,97	2077,0±52,6 810-3230
2018	Простор	8	2,15	1895	170	2,48	1911	4	2,74	1945	-	-	-
	Курильский	13	2,02	1702	211	2,46	1942	6	2,95	2440	3	3,30	1713
	Оба залива	21	2,07±0,04 1,63-2,55	1775,0±79,6 1234-2396	381	2,47±0,02* 1,59-3,89	1940,0±19,7* 825-3148	10	2,87±0,13* 1,97-3,33	2242,0±126,2* 1445-2728	3	3,30±0,39 2,72-4,06	1296,0±286,9 1296-2263
2019	Простор	-	-	-	89	2,94	2154	30	3,80	2752	-	-	-
	Курильский	6	2,68	2337	221	3,00	2199	87	3,35	2375	-	-	-
	Оба залива	6	2,68±0,15 2,40-3,28	2337,0±106,4 2172-2529	310	2,98±0,03* 1,56-4,67	2186,0±22,0 1127-3299	117	3,47±0,06* 2,00-5,15	2471,0±49,6* 1158-4400	-	-	-
2020	Простор	18	1,89	1700	191	2,51	1869	32	3,27	2293	1	3,55	1753
	Курильский	7	2,10	1632	150	2,66	2022	105	3,14	2108	5	3,23	1734
	Оба залива	25	1,98±0,11 1,09-3,08	1720,0±106,3 794-2665	341	2,57±0,03* 1,33-5,39	1903,0±23,9* 818-3718	137	3,17±0,05* 1,91-4,62	2167,0±33,0* 1130-3341	6	3,28±0,27 2,70-4,48	1737,0±118,4 1268-2095

2021	Простор	4	2,00	1741	136	2,69	2061	37	3,19	2052	1	4,69	2313
	Курильский	1	2,02	2081	59	2,76	2087	72	3,31	2209	2	4,02	2180
	Оба залива	5	2,00±0,09 1,77–2,21	1809,0±96,1 1580–2081	195	2,71±0,04* 1,52–4,13	2069,0±30,9* 1256–4046	109	3,27±0,05* 1,91–4,40	2155,0±36,2* 1253–3449	3	4,24±0,23* 3,89–4,69	2224,0±146,1 1938–2421
2022	Простор	13	2,10	1713	141	2,38	1792	39	2,76	1965	10	2,88	1592
	Курильский	18	2,12	1833	114	2,42	1856	34	2,82	2041	6	2,85	1923
	Оба залива	31	2,11±0,09 1,38–3,77	1782,0±60,7 1146–2570	255	2,40±0,03* 1,49–4,63	1821,0±19,5 982–2854	73	2,79±0,06* 1,66–4,17	2000,0±41,8* 1021–2852	16	2,87±0,17 1,95–4,43	1716,0±119,7 769–2601
Среднее**	Оба залива	211	2,26±0,03 1,09–4,34	1874,0±31,5 794–3605	2252	2,74±0,01* 1,33–5,39	2051,0±9,2* 818–4237	1175	3,09±0,02* 1,57–5,58	2132,0±13,6* 804–4400	195	3,47±0,05* 1,95–5,97	2073,0±36,8 769–3544

Примечание. Над чертой — среднее значение показателя и его ошибка, под чертой — предел варьирования показателя.

* Величина достоверно ($p < 0,05$) больше по сравнению с величиной в предыдущем возрасте.

** Представлены средние значения всех самок, исследованных в течение 9 лет.

Поскольку особи в возрасте 6+ встречались единично и не каждый год, то данные по массе и плодовитости для этих рыб объединили с данными для самок в возрасте 5+. Плодовитость у рыб объединенной группы — 5–6+ — значимо не отличалась от плодовитости у рыб в возрасте 4+ и в среднем преимущественно была меньше (табл. 1). Особенно показательной здесь является самая крупная (100 экз.) выборка рыб старших возрастных групп в 2017 г. При сходном числе особей и массе тела у самок в возрасте 4+ и 5–6+ — 3,60 и 3,68 кг — величина плодовитости у более старших особей была достоверно меньше — в среднем соответственно 2237 и 2077 ооцитов (табл. 1).

Зная, что кета отличается весьма выраженным хомингом, а воспроизводство молодежи на о. Итуруп осуществляется в бассейнах разных заливов, мы анализировали отдельно плодовитость рыб, вернувшихся на нерест в заливы Простор и Курильский. В ходе работы установили, что различия по массе и плодовитости кеты в разные годы значительно превышают различия между производителями в двух заливах в каждый конкретный год. Например, в 2017 г. масса рыб в возрасте 3+ в среднем составила 3,17 кг, при этом в заливах Простор и Курильский масса рыб была сходной — 3,15 и 3,22 кг (табл. 1). В следующем 2018 г. масса рыб этого возраста была значительно меньше — 2,47 кг при практически одинаковой массе рыб в двух заливах — 2,48 и 2,46 кг.

При суммировании данных за все годы исследования мы получаем сравнительно крупные выборки рыб в возрасте 2+, 3+, 4+ и 5–6+ — 211, 2252, 1175 и 195 экз. Можно увидеть, что во всех случаях с возрастом увеличилась масса самок, а одновременно с массой возрастала и величина абсолютной плодовитости (табл. 1). Исключение составили только самки самых старших возрастных групп — 5–6+, у которых при значительном увеличении массы тела плодовитость была практически такой же, как и у самок в возрасте 3+ и 4+. Исследуя зависимость между величиной плодовитости и массой самок в самой крупной из выборок в возрасте 3+, мы установили между ними положительную достоверную связь (рис. 1). Однако сравнительно невысокая теснота этой связи — 0,61 — указывает на то, что ее достоверность была явно получена за счет размера выборки. Корреляция между величиной плодовитости и массой для рыб других возрастных групп была еще ниже — в возрасте 2+, 4+, и 5–6+ соответственно 0,54, 0,55 и 0,31.

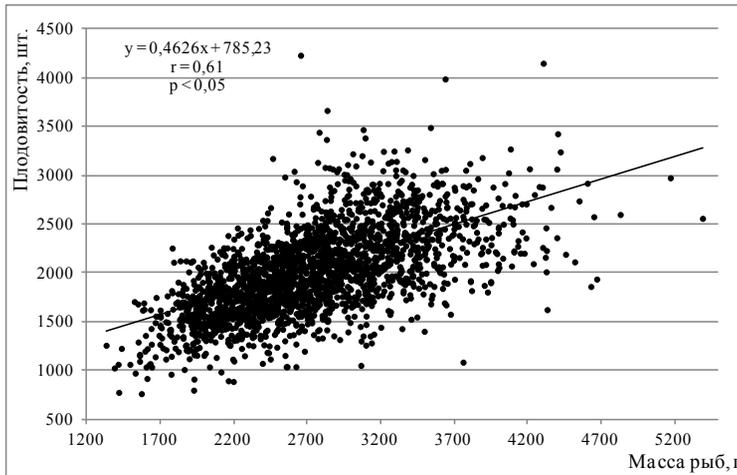


Рис. 1. Связь между величиной абсолютной плодовитости и массой самок кеты в возрасте 3+, пойманных в заливах Простор и Курильский в 2014–2022 гг. Пояснение в тексте

Fig. 1. Correlation between absolute fecundity and body weight for chum salmon females aged 3+ caught in the Prostor and Kurilsky Bays in 2014–2022. See detailed explanation in the text

Поскольку корреляция между величиной плодовитости и массой рыб, по крайней мере в массовых группах, оказалась достоверной (рис. 1), можно предположить, что она является неслучайной и отражает связь между этими значениями. Однако сама связь оказывается слабой, что побудило нас оценить величину плодовитости без учета массы рыб, тем более что сама масса самок в разные годы весьма существенно различалась.

Для этой цели мы определили среднее значение средних показателей массы тела рыб доминантных возрастных групп за все годы. Оно составило для самок в возрасте 3+ — 2,76 кг, а в возрасте 4+ — 3,16 кг (табл. 2). Затем из данных каждого года мы удалили либо самых мелких, либо самых крупных особей в таком количестве, чтобы среднее значение массы тела у рыб этих двух возрастных групп было близко найденным средним значениям за все годы.

Таблица 2

Величина абсолютной плодовитости (Пл) самок кеты при обычной и одинаковой массе

Table 2

Absolute fecundity (Пл) of female chum salmon with normal and equal body weight

Год	Плодовитость при естественной массе в возрасте:						Плодовитость при сходной массе в возрасте:						Средняя плодовитость
	3+			4+			3+			4+			
	Экз.	Масса рыб, кг	Пл	Экз.	Масса рыб, кг	Пл	Экз.	Масса рыб, кг	Пл	Экз.	Масса рыб, кг	Пл	
2014	165	3,05	2158	144	3,32	2221	106	2,765	2055	121	3,155	2171	2117
2015	302	2,94	2222	94	3,23	2271	239	2,764	2154	86	3,161	2234	2175
2016	124	2,58	1989	390	2,70	1929	94	2,760	2082	184	3,159	2164	2136
2017	179	3,17	2294	101	3,60	2237	95	2,764	1762	54	3,153	2126	1894
2018	381	2,47	1940	10	2,87	2242	214	2,763	2131	5	3,170	2347	2136
2019	310	2,98	2186	117	3,47	2471	236	2,766	2118	80	3,158	2384	2185
2020	341	2,57	1903	137	3,17	2167	267	2,764	1999	135	3,155	2165	2055
2021	195	2,71	2069	109	3,27	2155	184	2,763	2097	94	3,159	2123	2106
2022	255	2,40	1821	73	2,79	2000	137	2,767	1939	39	3,152	2102	1975
Сред.*	250	2,76	2065	131	3,16	2188	174	2,760	2037	88	3,160	2202	2087

* Средние значения средних показателей за каждый год.

Оказалось, что величина плодовитости у рыб, вернувшихся на нерест в заливы Простор и Курильский тесно и достоверно коррелирует с величиной улова рыб в

этих заливах (рис. 2). Отметим, что суммарная величина улова в акватории этих двух заливов была весьма различной и с 2014 по 2022 г. составила соответственно 6775, 13434, 4335, 3063, 12146, 18968, 7365, 5429 и 4630 т [Ельников, Зеленников, 2023]. Таким образом, те факторы, которые способствовали увеличению массы улова кеты в прибрежье о. Итуруп, способствовали и увеличению абсолютной плодовитости.

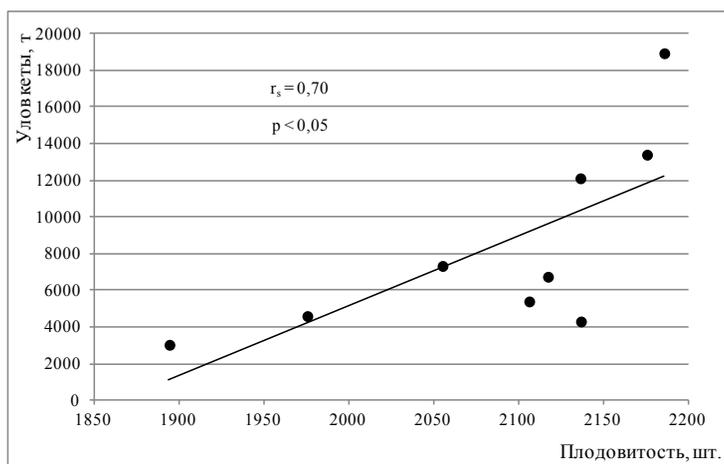


Рис. 2. Связь между величиной абсолютной плодовитости и массой улова кеты у о. Итуруп

Fig. 2. Relationship between variations of absolute fecundity and catch for the chum salmon at Iturup Island

Обсуждая полученные данные, в первую очередь отметим, что они в значительной степени согласуются с теми данными, которые были получены ранее для кеты как биологического вида и для кеты, воспроизводящейся в бассейне о. Итуруп. Во-первых, у кеты, воспроизводящейся в акватории о. Итуруп, была сравнительно низкая плодовитость в условиях преимущественно естественного нереста [Каев, Каева, 1986], которая фактически не изменилась в условиях масштабного заводского выращивания. Например, максимальное значение абсолютной плодовитости, выявленное нами, составило 4400 ооцитов при выборке в 3820 особей. При этом максимальное значение плодовитости у рыб из более протяженных рек оказывается заметно больше, например из таких, как Амур — 5382 ооцита [Белянина, 1963] или Анадырь — 7200 ооцитов [Волобуев, Никулин, 1970].

Во-вторых, при формировании индивидуальной плодовитости наиболее масштабное сокращение фонда ооцитов, сформированного в раннем возрасте, как и предполагалось, произошло у рыб в возрасте 2+. В третьих, при сравнении кеты самых массовых возрастных групп — 3+ и 4+ — плодовитость рыб старшего возраста была больше только при значительном превышении длины и массы тела. При сходных размерах плодовитость оказывается выше у рыб младшего возраста [Каев, Каева, 1986]. В свою очередь, в объединенной группе рыб в возрасте 5 и 6+ плодовитость оказывалась меньше, чем у рыб в возрасте 4+, независимо от размеров самих производителей.

Вместе с тем тот факт, что величина абсолютной плодовитости у кеты оказалась тесно и положительно связана с увеличением численности рыб, оказался скорее неожиданным, чем ожидаемым. Как известно, у рыб число ооцитов в начале периода вителлогенеза оказывается больше, чем число клеток, составляющих величину абсолютной плодовитости [Персов, 1975]. Например, у кеты в течение первого года жизни в море насчитывается от 5804 до 7136 [Ковтун, 1984] или от 4200 до 10000 ооцитов [Грачев, 1968], тогда как величина абсолютной плодовитости очень редко превышает 4000 ооцитов. Закономерность здесь такова: чем более комфортными оказываются условия развития, тем большее число ооцитов достигает дефинитивного состояния и формирует величину плодовитости.

В связи с этим увеличение численности поколения, весьма желательное для промысла, на первый взгляд не может быть положительным фактором, способствующим

увеличению плодовитости. Как известно, при увеличении численности рыб усиливается пищевая конкуренция, что приводит к уменьшению абсолютной плодовитости, в том числе и у тихоокеанских лососей [Никольский, 1974]. Таким образом, следует коснуться известных данных о конкурентных взаимоотношениях тихоокеанских лососей в Северной Пацифике. С одной стороны, и в предыдущие годы [Кловач, 2002], и в настоящее время высказывается мысль о том, что изменение в промысловых стадах кеты в последние годы может свидетельствовать об ухудшении трофических условий и ограниченности экологической емкости экосистемы северо-западной части Тихого океана [Горохов, 2022]. С другой стороны, результаты масштабных мониторинговых исследований показывают, что тихоокеанские лососи потребляют около 1,5–2,5 % доступной пищи [Шунтов и др., 2017], а само представление о лимите корма для тихоокеанских лососей рассматривается как один из мифов [Иванов, 2017]. На наш взгляд, между этими точками зрения нет противоречия. Тот факт, что тихоокеанские лососи в акватории Северной Пацифики потребляют лишь незначительную часть кормового зоопланктона, не противоречит наличию пищевой конкуренции, в том числе и весьма напряженной, при образовании относительно плотных скоплений разных видов в период миграций. По крайней мере, уже на заре мониторинговых исследований была показана способность кеты избегать пищевой конкуренции [Андриевская, 1975]. Впрочем, обеспеченность пищей — это всего лишь один из факторов, влияющих на численность поколения [Шунтов и др., 2019]. В любом случае факторы, оказывающие влияние на увеличение численности кеты, снижают интенсивность абортивных процессов в яичниках и тем самым способствуют увеличению абсолютной плодовитости. Очевидно, что их действие превышает возможный негативный эффект от усиления пищевой конкуренции при увеличении численности рыб.

Заключение

У кеты заводского стада, сформированного на о. Итуруп в течение последних 20 лет, сохранились все те видовые и региональные особенности, которые были характерны для нее и ранее, когда молодь воспроизводили только на одном заводе (Рейдовый ЛРЗ) и на формирование стада несоизмеримо большее влияние оказывал естественный нерест. Как и ранее, производители характеризуются сравнительно низкой величиной абсолютной плодовитости, а при сравнении рыб двух доминирующих возрастных групп (3+ и 4+) при сходной массе тела плодовитость оказывается выше у самок младшей возрастной группы.

Вместе с тем то, что масса улова кеты у о. Итуруп в последние годы увеличилась почти в 20 раз, позволило нам выявить положительную и тесную зависимость между величиной этого улова и величиной абсолютной плодовитости. Представляется очевидным, что увеличение численности рыб одного вида усиливает пищевую конкуренцию и является негативным фактором для формирования плодовитости. Однако при этом представляется вероятным и то, что суммарное воздействие факторов, определяющих увеличение численности поколения, компенсирует для процесса формирования плодовитости негативный эффект от возросшей пищевой конкуренции.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность мастерам рыбоперерабатывающих комплексов «Рейдово» и «Ясный» за помощь при проведении биологических анализов.

The authors are grateful to the foremen of the processing complexes Reidovo and Yasny for their assistance in biological analyses of chum salmon.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Для биологических анализов использовали рыбу только из промысловых уловов. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Fish from commercial catches only were subjected to biological analyses.

The authors state that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

А.Н. Ельников организовал проведение всех работ, лично провел биологический анализ рыб и определил их возраст. Оба автора совместно анализировали данные. О.В. Зеленников подготовил статью к печати.

A.N. Elnikov organized and managed the study and personally made biological analysis and determined age of fish. The materials were analyzed by both authors jointly. O.V. Zelennikov wrote and illustrated the text and prepared the manuscript for publication.

Список литературы

Андриевская Л.Д. Питание тихоокеанских лососей в морской период жизни : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО, 1975. — 28 с.

Белянина Т.Н. О плодовитости летней амурской кеты // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. — 1963. — № 4. — С. 24–30.

Волобуев В.В., Никулин О.А. Материалы к биологии анадырской кеты // Изв. ТИНРО. — 1970. — Т. 71. — С. 219–230.

Горохов М.Н. Биология, состояние запасов и промысел тихоокеанских лососей в Магаданской области в XXI веке : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М. : ВНИРО, 2022. — 25 с.

Грачев Л.Е. Некоторые данные о плодовитости тихоокеанских лососей // Изв. ТИНРО. — 1968. — Т. 64. — С. 43–51.

Ельников А.Н., Зеленников О.В. О состоянии промыслового стада кеты *Oncorhynchus keta* и прогнозировании ее численности у острова Итуруп // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 1. — С. 58–74. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-58-74. EDN: QPTWBF.

Иванов О.А. Морская экология тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp.): мифы и явь // Лососевые рыбы: биология, охрана и воспроизводство : мат-лы Междунар. конф. — Петрозаводск, 2017. — С. 65–66.

Каев А.М. Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой : моногр. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2003. — 288 с.

Каев А.М., Каева В.Е. Изменчивость плодовитости и размера икринок у кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) и горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в связи с размерно-возрастной структурой нерестовой части популяции // Вопр. ихтиол. — 1986. — Т. 26, № 6. — С. 955–964.

Каев А.М., Ромасенко Л.В. Морфобиологические особенности речной и озерной форм кеты *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) на южных Курильских островах // Вопр. ихтиол. — 2010. — Т. 50, № 3. — С. 318–327.

Кловач Н.В. Экологические последствия крупномасштабного разведения кеты *Oncorhynchus keta* : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М. : ВНИРО, 2002. — 49 с.

Кловач Н.В., Леман В.Н., Ельников А.Н., Вараксин И.А. Воспроизводство и промысел кеты о. Итуруп (южные Курильские острова): прошлое, настоящее, будущее // Рыб. хоз-во. — 2018. — № 6. — С. 42–47.

Ковтун А.А. О формировании плодовитости кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) юго-западного побережья Сахалина // Тез. докл. II науч.-практ. конф. «Итоги исследований по вопросам рационального использования и охраны биологических ресурсов Сахалина и Курильских островов». — Южно-Сахалинск, 1984. — С. 117–119.

Никольский Г.В. Экология рыб : учеб. пособие. — М. : Высш. шк., 1974. — 367 с.

Персов Г.М. Дифференцировка пола у рыб : моногр. — Л. : ЛГУ, 1975. — 148 с.

Хоревин Л.Д. Изменение плодовитости кеты юго-западного Сахалина в результате ее искусственного разведения // Биол. моря. — 1990. — Т. 16, № 1. — С. 60–66.

Шунтов В.П., Темных О.С., Иванов О.А. Об устойчивости стереотипов в представлениях о морской экологии тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp.) // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 188. — С. 3–36. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-188-3-36.

Шунтов В.П., Темных О.С., Найденко С.В. Еще раз о факторах, лимитирующих численность тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp., сем. Salmonidae) в океанический период их жизни // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 196. — С. 3–22. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-3-22.

Beacham T.D. Fecundity of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and chum salmon (*O. keta*) in the northeast Pacific Ocean // *Can. J. Zool.* — 1982. — Vol. 60. — P. 1463–1469.

References

- Andrievskaya, L.D.**, Nutrition of Pacific salmon during the marine period of life, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: TINRO, 1975.
- Belyanina, T.N.**, On the fertility of summer Amur chum salmon, *Scientific report higher schools. Biol. Sciences*, 1963, no. 4, pp. 24–30.
- Volobuyev, V.V. and Nikulin, O.A.**, Data of biology of Anadir Keta, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1970, vol. 71, pp. 219–230.
- Gorokhov, M.N.**, Biology, stock status and fishing of Pacific salmon in the Magadan region in the 21st century, *Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Moscow: VNIRO, 2022.
- Grachev, L.E.**, Some data on the fertility of Pacific salmon, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1968, vol. 64, pp. 43–51.
- Elnikov, A.N. and Zelennikov, O.V.**, On state of commercial herd of chum salmon *Oncorhynchus keta* and forecasting its abundance at Iturup Island, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 203, no. 1, pp. 58–74. doi 10.26428/1606-9919-2023-203-58-74. EDN: QPTWBF.
- Ivanov, O.A.**, Marine ecology of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.): myths and reality, in *Proc. Intern. Conf. Salmonids: Biology, Conservation, and Restoration*, Petрозаводск, 2017, pp. 65–66.
- Kaev, A.M.**, *Osobennosti vosproizvodstva kety v svyazi s yeyo razmerno-vozrastnoy strukturoi* (Features of Reproduction of Chum Salmon in Relationship with Its Size and Age Structure), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2003.
- Kaev, A.M. and Kaeva V.E.**, Variability of fecundity and egg sizes in the chum *Oncorhynchus keta* (Walbaum) and pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) in relation to size-age structure of the spawning population, *Vopr. Ikhtiol.*, 1986, vol. 26, no. 6, pp. 955–964.
- Kaev, A.M. and Romasenko, L.V.**, Morphobiological specific features of the river and lake forms of chum salmon *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) on the southern Kuril Islands, *Vopr. Ikhtiol.*, 2010, vol. 50, no. 3, pp. 318–327.
- Klovach, N.V.**, Ecological consequences of large-scale farming of chum salmon *Oncorhynchus keta*, *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Moscow: VNIRO, 2002.
- Klovach, N.V., Leman, V.N., Elnikov, A.N., and Varaksin, I.A.**, Reproduction and trade of Iturup Island chum salmon (southern Kuril Islands). The past, the present and the future prospects, *Rybn. Khoz.*, 2018, no. 6, pp. 42–47.
- Kovtun, A.A.**, On the formation of fertility of chum salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum) on the southwestern coast of Sakhalin, in *Tezisy dokl. II naucho-prakt. konf. «Itogi issledovaniy po voprosam ratsional'nogo ispol'zovaniya i okhrany biologicheskikh resursov Sakhalina i Kuril'skikh ostrovov»* (Proc. II Sci.-Pract. Conf. "Results of research on the rational use and protection of biological resources of Sakhalin and the Kuril Islands"), Yuzhno-Sakhalinsk, 1984, pp. 117–119.
- Nikol'skii, G.V.**, *Ekologiya ryb* (Fish Ecology), Moscow: Vysshaya Shkola, 1974.
- Persov, G.M.**, *Differentsirovka pola u ryb* (Sex Differentiation in Fish), Leningrad: Leningrad. Gos. Univ., 1975.
- Khorevin, L.D.**, Changes in fecundity of chum salmon in southwest Sakhalin as a result of artificial culture, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1990, vol. 16, no. 1, pp. 51–57.
- Shuntov, V.P., Temnykh, O.S., and Ivanov, O.A.**, On steadyness of stereotypes in conceptions on marine ecology of pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2017, vol. 188, pp. 3–36. doi 10.26428/1606-9919-2017-188-3-36
- Shuntov, V.P., Temnykh, O.S., and Naydenko, S.V.**, Once again on factors limiting the number of pacific salmon (*Oncorhynchus* spp., fam. Salmonidae) during the oceanic period of their life, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 196, pp. 3–22, doi 10.26428/1606-9919-2019-196-3-22
- Beacham, T.D.**, Fecundity of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and chum salmon (*O. keta*) in the northeast Pacific Ocean, *Can. J. Zool.*, 1982, vol. 60, pp. 1463–1469.

Поступила в редакцию 17.08.2023 г.

После доработки 12.09.2023 г.

Принята к публикации 30.11.2023 г.

The article was submitted 17.08.2023; approved after reviewing 12.09.2023;
accepted for publication 30.11.2023