Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Том 77, № 3. С. 210–217.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья
УДК 597.552.511 DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2026-77-19 EDN: UMOLKX

Роль крупной молоди кеты в позднем скате через пролив Красноармейский (Сахалинская область)

Владимир Григорьевич Самарский
Сахалинский государственный университет (СахГУ), Южно-Сахалинск, Россия
samarskiy71@inbox.ru, ORCID: 0009-0002-9546-3106

Аннотация. Исследование посвящено оценке роли крупной молоди кеты *Oncorhynchus keta* в формировании промыслового возврата Охотского лососевого рыбоводного завода в бассейне озера Тунайча. Материалом послужили данные отлова молоди в проливе Красноармейский в 2003 г., результаты промеров тела и массы, анализа структуры чешуи, а также сведения о производителях кеты из промыслового возврата за 2001–2006 гг. Показано, что часть молоди после выпуска задерживается в озерной системе на продолжительный нагул и выходит в море в более поздние сроки, достигая средней длины 85,04 мм и средней массы 3,79 г. К моменту ската у такой молоди на чешуе формируется 5–13 склеритов, образующих выраженную «речную» зону. Сопоставление этих признаков с чешуей взрослых рыб показало, что более 90 % производителей из промыслового возврата Охотского ЛРЗ имели аналогичную зону сближенных склеритов. Полученные данные позволяют рассматривать поздний скат крупной молоди как один из факторов устойчивого промыслового возврата кеты. Практическое значение результатов состоит в необходимости совместного учета средней массы выпускаемой молоди, кормовых условий озера и сроков выхода рыб в море при оценке эффективности искусственного воспроизводства кеты.

Ключевые слова: кета, *Oncorhynchus keta*, молодь, скат, пролив Красноармейский, озеро Тунайча, Охотский ЛРЗ, чешуя, склериты, речная зона, промысловый возврат

Основные положения:

– У крупной молоди кеты, задерживающейся в системе озера Тунайча, формируется выраженная «речная» зона сближенных склеритов.

– Поздний компонент ската через пролив Красноармейский характеризуется большей массой тела и числом склеритов на чешуе.

– Более 90 % производителей из промыслового возврата Охотского ЛРЗ имеют признаки длительного пресноводного нагула.

– Высокие возвраты кеты связаны с выпуском крупной молоди и последующим нагулом в озерной системе.

Для цитирования: Самарский В. Г. Роль крупной молоди кеты в позднем скате через пролив Красноармейский (Сахалинская область) // Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Т. 77, № 3. С. 210–217.

© Самарский В. Г., 2026

Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2026. Vol. 77, no. 3. P. 210–217.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES

Original article

Role of large juvenile chum salmon in late downstream migration through Krasnoarmeysky Strait (Sakhalin Oblast)

Vladimir G. Samarskii
Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
samarskiy71@inbox.ru, ORCID: 0009-0002-9546-3106

Abstract. The study evaluates the contribution of large juvenile chum salmon Oncorhynchus keta to the commercial return of the Okhotsk salmon hatchery stock in the Lake Tunaycha basin. The material included catches of juveniles from Krasnoarmeysky Strait in 2003, measurements of body length and weight, scale-structure analysis, and data on returning adult chum salmon examined in 2001–2006. The results show that part of the hatchery juveniles remains in the lake system for prolonged feeding and enters the sea later than the main downstream migration. By the time of migration, these fish reached an average fork length of 85.04 mm and an average body weight of 3.79 g. Their scales contained 5–13 sclerites forming a distinct freshwater, or "river", zone. A comparison with scales of returning adults showed that more than 90% of fish in the commercial return had a similar zone of closely spaced sclerites. These data indicate that the late downstream migration of large juveniles is likely to be one of the factors supporting the stable commercial return of chum salmon to the Okhotsk hatchery. The practical importance of the results lies in considering release weight, lake feeding conditions and timing of sea entry as connected factors when assessing the efficiency of chum salmon hatchery production.

Keywords: chum salmon, *Oncorhynchus keta*, juveniles, downstream migration, Krasnoarmeysky Strait, Lake Tunaycha, Okhotsk hatchery, scales, sclerites, river zone, commercial return

Highlights

– Large juvenile chum salmon retained in the Lake Tunaycha system form a distinct river zone of closely spaced sclerites.

– The late downstream migration component through Krasnoarmeysky Strait is characterized by greater body weight and more sclerites on scales.

– More than 90% of adults in the commercial return of the Okhotsk hatchery show signs of prolonged freshwater feeding.

– High chum salmon returns are associated with the release of large juveniles and subsequent feeding in the lake system.

For citation: Samarskii V. G. Role of large juvenile chum salmon in late downstream migration through Krasnoarmeysky Strait (Sakhalin Oblast). *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2026; 77(3):210–217. (In Russ.).

Введение

В искусственном воспроизводстве кеты одним из ключевых вопросов остается определение признаков молоди, обеспечивающих повышенную выживаемость после выхода в море. Для крупных речных и озерных систем известно существование двух компонентов ската: мелкой молоди, быстро покидающей пресные воды, и более крупной молоди, задерживающейся на пресноводный нагул [1–3]. При длительном пребывании в пресной воде на чешуе формируется зона сближенных склеритов, описанная как «речное кольцо» или «речная» зона [4–6].

Значение такого признака состоит в том, что его можно выявлять не только у покатной молоди, но и у взрослых рыб из промыслового возврата. Это позволяет ретроспективно оценивать вклад разных компонентов ската в формирование урожайности поколений. Для амурской кеты показано, что повышенный возврат связан с активным ростом молоди в пресноводный период миграции к устью [7].

Цель работы – оценить роль крупной молоди кеты, задерживающейся на нагул в системе озера Тунайча и скатывающейся через пролив Красноармейский в поздние сроки, в формировании промыслового возврата Охотского лососевого рыбоводного завода.

Объекты и методы исследований

Материал был собран в 2003 г. в нижней части пролива Красноармейский, ниже автомобильного моста, в рамках исследований питания молоди кеты в бассейне озера Тунайча. Часть сведений по данному району была опубликована ранее [8, 9]. Отлов молоди проводили мальковым неводом размером 15 × 2 м; ячея в крыльях составляла 5 мм, в кутке – 3 мм.

Биологический анализ молоди кеты выполняли по общепринятым методикам [10]. Статистическую обработку данных проводили стандартными биометрическими методами [11]. Массу тела определяли на весах Sartorius LC 621s с точностью до 0,001 г. Промеры чешуи выполняли на микроскопе МБС-10 с мерным окуляром и последующей калибровкой шкалы. Расчеты проводили в Microsoft Excel.

Удельную скорость роста массы тела рассчитывали по формуле

$$G = (\ln Wt - \ln W0) / (t - t0) \times 100, \quad (1)$$

где W0 – начальная масса тела; Wt – конечная масса тела; t – t0 – рассматриваемый промежуток времени [12]. Для удобства интерпретации показатель выражали в процентах; аналогичный подход использовался при анализе ростовых процессов молоди тихоокеанских лососей [13, 14].

Дополнительно использовались данные анализа структуры чешуи производителей кеты из промыслового возврата Охотского ЛРЗ за 2001–2006 гг., позволяющие сопоставить признаки покатной молоди с признаками взрослых рыб.

Таблица 1

Размеры, масса тела и число склеритов на чешуе молоди кеты перед выпуском в 2001 г.

Table 1

Size, body weight and number of sclerites on the scales of juvenile chum salmon before release in 2001

Показатель	Среднее	Минимум	Максимум
Длина АС, мм	51	41	63
Длина АД, мм	46	36	57
Масса тела, мг	995	498	1953
Число склеритов, шт.	2,5	0	5

Примечание. Таблица составлена по данным исходного материала; n = 250 экз.

Результаты и их обсуждение

По литературным данным, второй компонент ската кеты представлен молодью, которая активно питается и растет в пресной воде, увеличивая первоначальную массу в несколько раз [1, 2]. В системе озера Тунайча сходная картина выражалась в том, что основная часть молоди покидала озеро к первой декаде июля, тогда как крупная молодь продолжала нагул и начинала скатываться со второй декады июля [9].

У молоди, выращенной на Охотском ЛРЗ до средней массы около 1 г и более, чешуя к моменту выпуска уже была сформирована у подавляющей части рыб. В 2001 г. из 250 исследованных экземпляров только 3 особи, или 1,2 %, не имели склеритов; в среднем на чешуе

насчитывалось 2,5 склерита (табл. 1). Следовательно, дальнейший нагул в озере мог фиксироваться в структуре чешуи в виде дополнительных сближенных склеритов.

Молодь, задержавшаяся в озере и скатывавшаяся в поздние сроки, имела значительно более крупные размеры. В выборке из 72 экз. средняя длина АС составила 85,04 мм, средняя масса тела – 3,79 г, а число склеритов на чешуе – 10,3 при диапазоне 5–13 (табл. 2, рис. 1). При выпуске молоди в 2003 г. со средней массой 1230 мг и вылове крупной молоди в июле расчетная удельная скорость роста находилась в диапазоне 1,98–3,05 % в сутки. Эти значения сопоставимы с опубликованными оценками роста молоди кеты в естественных и экспериментальных условиях [13, 15–18].

Таблица 2

Биологические показатели крупной молоди кеты, выловленной в проливе Красноармейский в июле 2003 г.

Table 2

Biological parameters of large juvenile chum salmon caught in the Krasnoarmeysky Strait in July 2003

Показатель	Среднее	Минимум	Максимум
Длина АС, мм	85,04	77	92
Длина АД, мм	79,03	72	85
Масса тела, г	3,79	2,7	5,1
Число склеритов, шт.	10,3	5	13
Ширина чешуйной пластинки, мм	0,71	0,43	0,86
Наибольший радиус чешуйной пластинки, мм	0,35	0,19	0,42
Средняя ширина межсклеритных промежутков, мм	0,07	0,06	0,11

Примечание. Приведены средние, минимальные и максимальные значения; n = 72 экз.

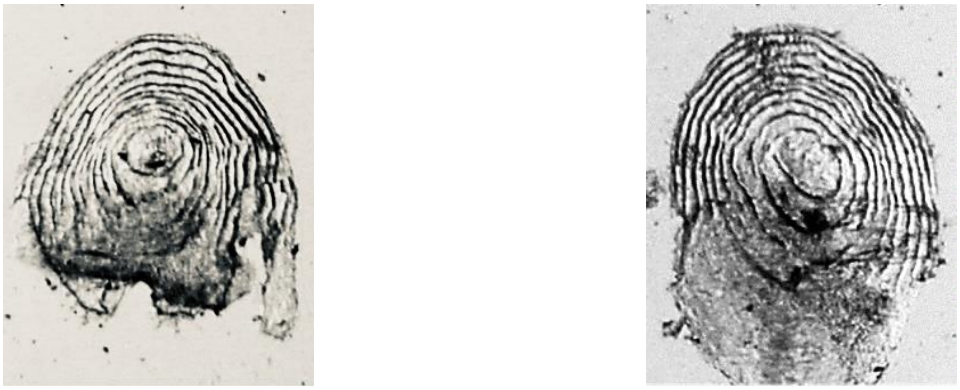


Рис. 1. Чешуя крупной молоди кеты после длительного нагула в озере: слева – самец, АС 87 мм, масса 4,4 г, 12 склеритов; справа – самка, АС 85 мм, масса 3,9 г, 10 склеритов. Фото сделано автором
Fig. 1. Scales of a large juvenile chum salmon after a long period of fattening in a lake: on the left is a male, AC 87 mm, weight 4.4 g, 12 sclerites; on the right is a female, AC 85 mm, weight 3.9 g, 10 sclerites. Photo by the author

Сопоставление структуры чешуи крупной молоди и производителей из промыслового возврата показывает принципиальное совпадение признаков. Более чем у 90 % взрослых рыб, возвращавшихся на Охотский ЛРЗ, в центральной части чешуи присутствовала зона сближенных «речных» склеритов (рис. 2). В противоположность этому менее 10 % рыб не имели такой зоны, что указывает на их происхождение от молоди, скатившейся после минимального пресноводного нагула или до выраженного формирования речной зоны (рис. 3).

По материалам 2001 г. среднее число склеритов в «речной» зоне составляло 9,5–9,7 в разные даты анализа. При рассмотрении возрастных групп среднее число склеритов возрастало от 8,9 у рыб возраста 2+ до 10,9 у рыб возраста 4+; доля особей с речной зоной составляла 88–95 % (табл. 3). В последующие годы наблюдений показатель не снижался ниже 90 % (табл. 4).

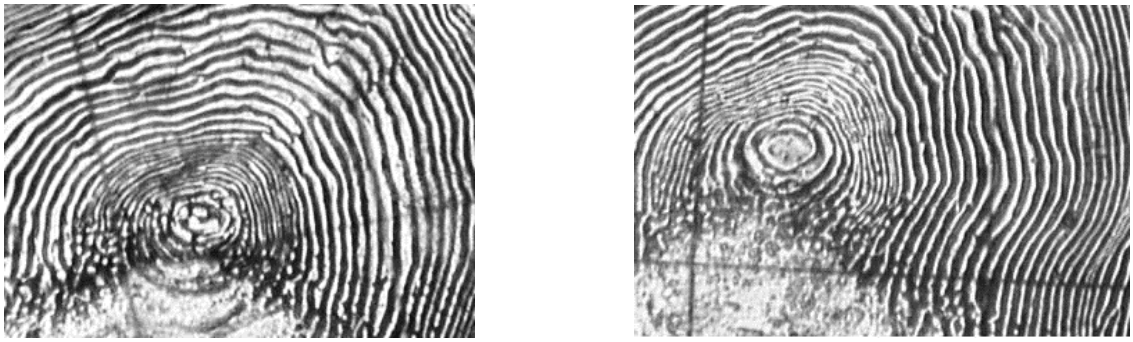


Рис. 2. Центральная часть чешуи производителя кеты с выраженной «речной» зоной сближенных склеритов. Фото сделано автором

Fig. 2. The central part of the chum salmon spawner scales with a distinct "river" zone of closely spaced sclerites. Photo by the author

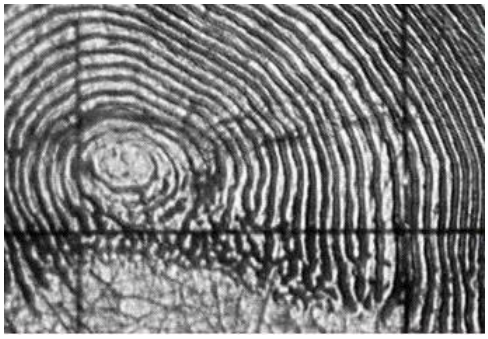


Рис. 3. Центральная часть чешуи производителя кеты без сформированной «речной» зоны. Фото сделано автором

Fig. 3. The central part of the scales of a chum salmon spawner without the formed "river" zone. Photo by the author

Таблица 3

«Речная» зона на чешуе производителей кеты из промыслового возврата Охотского ЛРЗ в 2001 г.

Table 3

“River” zone on the scales of chum salmon spawners from the commercial return of the Okhotsk salmon hatchery in 2001

Группа производителей	Число склеритов в «речной» зоне	Доля рыб с «речной» зоной, %
Дата анализа 25.09.2001	9,6 (5–14)	—
Дата анализа 03.10.2001	9,5 (6–13)	—
Дата анализа 13.10.2001	9,7 (5–14)	—
Возраст 2+	8,9 (5–12)	88
Возраст 3+	9,7 (5–13)	95
Возраст 4+	10,9 (7–14)	93

Примечание. В скобках приведены минимальные и максимальные значения.

Таблица 4

Доля производителей кеты из промыслового возврата Охотского ЛРЗ с «речной» зоной на чешуе

Table 4

The share of chum salmon producers from the commercial return of the Okhotsk salmon hatchery with a “river” zone on the scales

Год нерестового стада	2002	2003	2004	2005	2006
Доля производителей с «речной» зоной, %	94	91	96	94	92

Полученные данные позволяют связать поздний скат крупной молоди с основной частью промыслового возврата. Вероятное преимущество такой молоди определяется не только большей массой тела, но и сроками выхода в море. По литературным данным, крупная молодь кеты после выпуска быстрее откочевывает от берега, меньше задерживается в мелководном прибрежье и, следовательно, может испытывать меньшую раннеморскую смертность [19–22]. Наличие размерно-селективной смертности на ранних морских стадиях также подтверждает преимущество быстрорастущей и более крупной молоди [22]. Эффект повышения возврата при выпуске более крупной молоди отмечался для Сахалинской области [23], а зависимость океанической выживаемости от раннего роста молоди показана и для других тихоокеанских лососей [24].

В анализируемом случае поздний компонент ската был связан с технологической возможностью выращивать молодь на Охотском ЛРЗ до средней массы более 1,1 г. После реконструкции завода и перехода к выпуску более крупной молоди эффективность предприятия существенно возросла. По данным, приведенным для периода 2017–2021 гг., средний вылов кеты составил 1,117 млн рыб против 48,5 тыс. экз. в 1987–1995 гг. [25]. При этом в 2007–2018 гг. возвраты Охотского ЛРЗ оставались относительно высокими и более стабильными, чем у ряда других заводов юго-восточного Сахалина (рис. 4).

В выборке молоди из пролива Красноармейский выделялась также небольшая группа особей с меньшей чешуйной пластинкой и меньшим числом склеритов при сопоставимой массе тела. Их доля составляла около 11 %, что близко к оценке доли мелкой молоди предположительно естественного происхождения, встречавшейся в уловах в озере [9]. Возможной причиной такого варианта структуры чешуи могли быть различия в сроках формирования чешуи и условиях раннего развития; известно, что образование склеритов зависит от физиологического состояния рыбы и обеспеченности пищей [26–28].

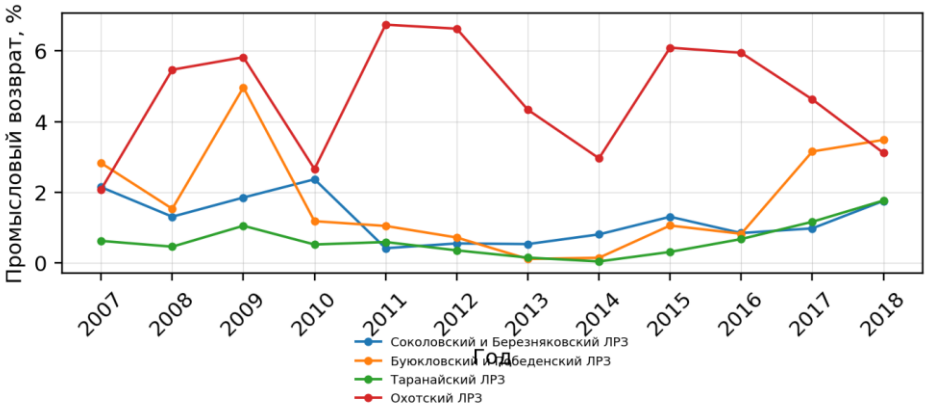


Рис. 4. Изменение промыслового возврата кеты заводского происхождения в 2007–2018 гг.
Составлено автором

Fig. 4. Changes in the commercial return of hatchery-origin chum salmon in 2007–2018.
Compiled by the author

Заключение

Высокая эффективность Охотского ЛРЗ ассоциирована с выпуском молоди кеты средней массой более 1,1 г и последующим формированием позднего компонента ската. Крупная молодь, задерживающаяся в озере Тунайча для дополнительного нагула и скатывающаяся через пролив Красноармейский со второй декады июля, к моменту выхода в море имеет выраженную зону пресноводного роста на чешуе.

Сравнение с чешуей производителей показывает, что более 90 % рыб из промыслового возврата несут «речную» зону сближенных склеритов. Следовательно, основной вклад в возврат Охотского ЛРЗ, вероятно, обеспечивает не ранний скат молоди обычных размеров, а поздний скат крупной молоди, прошедшей длительный пресноводный нагул.

Практическое значение результата состоит в том, что размер молоди при выпуске, доступность кормовой базы в озере и сроки выхода в море должны рассматриваться совместно. Дальнейшие исследования целесообразно направить на количественную оценку численности позднего компонента ската, его питания, скорости роста и условий раннеморской адаптации.

Список источников

1. Гриценко О. Ф., Ковтун А. А., Косткин В. К. Экология и воспроизводство кеты и горбуши. М. : Агропромиздат, 1987. 166 с.

2. Леванидов В. Я. О зависимости между размерами мальков амурской осенней кеты Oncorhynchus keta infrasp. autumnalis Berg и их выживаемостью // Вопросы ихтиологии. 1964. Т. 4, вып. 4(33). С. 658–663.

3. Смирнов А. И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. М. : Изд-во МГУ, 1975. 336 с.

4. Бирман И. Б. О миграциях лососей в Охотское море // Известия ТИНРО. 1968. Т. 64. С. 9–34.

5. Воловик С. П., Ландышевская А. Е. Некоторые вопросы биологии осенней кеты Сахалина // Известия ТИНРО. 1968. Т. 65. С. 108–118.

6. Рослый Ю. С. Структура чешуи амурской кеты Oncorhynchus keta (Walbaum) как показатель роста и условий обитания на пресноводном этапе жизни // Вопросы ихтиологии. 1972. Т. 12, вып. 3. С. 532–544.

7. Рослый Ю. С. Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура. Хабаровск : Хабаровское книжное издательство, 2002. 210 с.

8. Самарский В. Г. Формирование размерного состава молоди кеты и структуры ее чешуи в условиях искусственного воспроизводства : дис. ... канд. биол. наук. М. : МГУТиУ, 2005. 167 с.

9. Френкель С. Э. Питание молоди заводской кеты в озере Тунайча (Южный Сахалин) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2008. № 4. С. 284–291.

10. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. : Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

11. Плохинский Н. А. Биометрия. М. : Изд-во МГУ, 1970. 367 с.

12. Мина М. В., Клевезаль Г. А. Рост животных. М. : Наука, 1976. 291 с.

13. Леман В. Н., Чебанова В. В. Возможности повышения эффективности искусственного разведения кеты (Oncorhynchus keta Walbaum) и экология заводской молоди в бассейне реки Большая (Западная Камчатка) // Труды ВНИРО. 2002. Т. 141. С. 102–113.

14. Тарасюк Е. В., Тарасюк С. Н. Влияние плотности посадки и содержания кислорода на рост молоди кеты // Труды ВНИРО. 2010. Т. 148. С. 158–169.

15. Леванидов В. Я. Питание и рост мальков кеты пресных вод // Зоологический журнал. 1955. Т. 34, вып. 2. С. 371–379.

16. Канидьев А. Н. Факторы среды, определяющие величину смертности и возможности повышения жизнестойкости заводской молоди кеты Oncorhynchus keta (Walbaum), в пресноводный период жизни : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. : ВНИПРХ, 1967. 24 с.

17. Канидьев А. Н., Жуйкова Л. И. Обеспеченность пищей как показатель допустимой концентрации молоди осенней кеты в реке // Известия ТИНРО. 1971. Т. 76. С. 97–110.

18. Николаева Е. Т. Трофические потребности и рост молоди камчатской кеты // Известия ТИНРО. 1972. Т. 82. С. 165–178.

19. Salo E.O. Life history of chum salmon (Oncorhynchus keta) // Pacific Salmon Life Histories / ed. C. Groot, L. Margolis. Vancouver : UBC Press, 1995. P. 230–308.

20. Kaeriyama M. Ecological study on early life of the chum salmon, Oncorhynchus keta (Walbaum) // Scientific Reports of the Hokkaido Salmon Hatchery. 1986. No. 40. P. 31–92.

21. Kaeriyama M. Population dynamics and stock management of hatchery-reared salmons in Japan // Bulletin of the National Research Institute of Aquaculture. Supplement. 1996. No. 2. P. 11–15.

22. Honda K., Shirai K., Komatsu S., Saito T. Sea-entry conditions of juvenile chum salmon Oncorhynchus keta that improve post-sea-entry survival: a case study of the 2012 brood-year stock released from the Kushiro River, eastern Hokkaido, Japan // Fisheries Science. 2020. Vol. 86. P. 783–792.

23. Самарский В. Г. Повышение эффективности искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в Сахалинской области // Материалы конференции по вопросам развития аквакультуры в Российской Федерации, 19–21 мая 2014 г. Мурманск : ВНИРО, 2014. С. 106–117.

24. Бимиш Р. Д., Невилл К. Э. М. Доказательства зависимости численности тихоокеанских лососей от роста молоди в первые месяцы жизни в океане // Вопросы рыболовства. 2021. Т. 22, № 4. С. 5–15.

25. Игнатьев Ю. И., Колпаков Н. В., Никитин В. Д., Коренева Т. Г. Особенности эксплуатации высокочисленных стад искусственной кеты Oncorhynchus keta на примере озера Тунайча (юго-восточный Сахалин): проблемы и предлагаемые пути решения // Бюллетень № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток : ТИНРО, 2022. С. 96–109.

26. Bilton H.T., Robins G.L. Effects of feeding on circulus formation on scales of young sockeye salmon (Oncorhynchus nerka) // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 1971a. Vol. 28, no. 6. P. 861–868.

27. Bilton H. T., Robins G. L. Effects of starvation, feeding and light period on circulus formation on scales of young sockeye salmon (Oncorhynchus nerka) // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 1971b. Vol. 28. P. 1749–1755.

28. Каев А. М. Идентификация происхождения и истории жизни охотоморской кеты Oncorhynchus keta по чешуе // Вопросы ихтиологии. 1998. Т. 38, № 5. С. 650–658.

Сведения об авторе

В. Г. Самарский – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, биологии и природных ресурсов.

Information about the author

V. G. Samarskii – PhD in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology, Biology and Natural Resources.

Статья поступила в редакцию 22.06.2026; одобрена после рецензирования 09.07.2026; принята к публикации 10.09.2026.

The article was submitted 22.06.2026; approved after reviewing 09.07.2026; accepted for publication 10.09.2026.

© Самарский В. Г., 2026.

«Роль крупной молоди кеты в позднем скате через пролив Красноармейский (Сахалинская область)» [Самарский В. Г.] распространяется под лицензией Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).