



РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА, РОСТ И ПОЛОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ САЙКИ *BOREOGADUS SAIDA* МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Карамушко Л.И., Расхожева Е.В., Карамушко О.В.
Мурманский морской биологический институт РАН, Мурманск, Россия
karamushkol@mmbi.info

Boreogadus saida

Арктический, крио-пелагический вид, является одним из самых распространенных (до района Северного полюса) и многочисленных видов рыб морей Арктического бассейна.

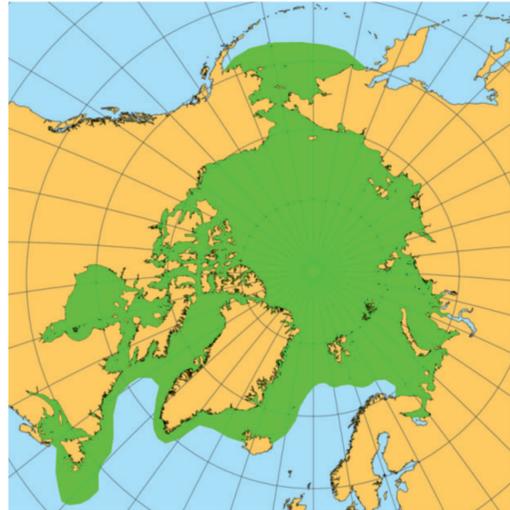
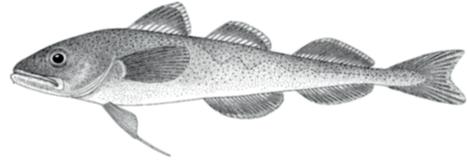


Рис. 1. Распространение сайки *Boreogadus saida* зеленый цвет – ареал вида (по Mecklenburg et al., 2018)



Рис. 2. Карта-схема расположения станций в северо-восточной и юго-западной частях моря Лаптевых, август–октябрь 2014 г.; (—) – изобата 200 м

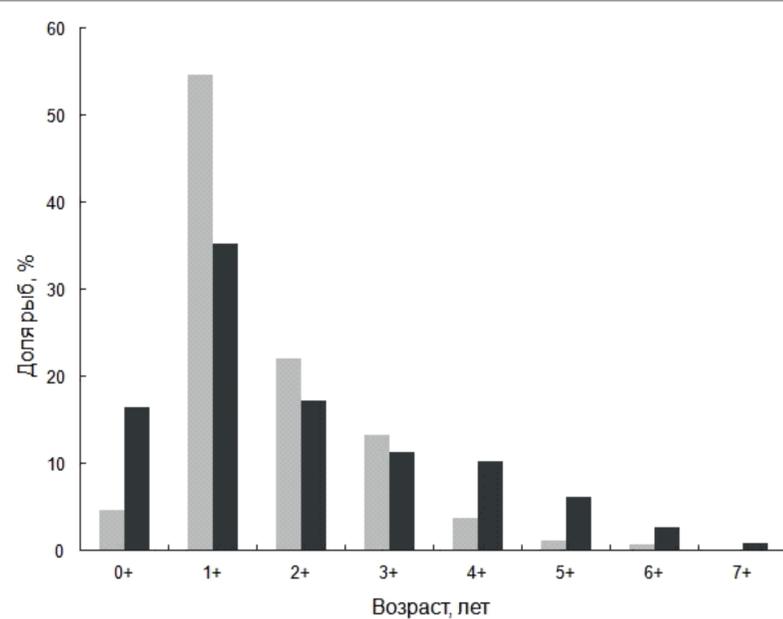


Рис. 3. Возрастной состав сайки *Boreogadus saida* в уловах в северо-восточной (■) и юго-западной (■) частях моря Лаптевых

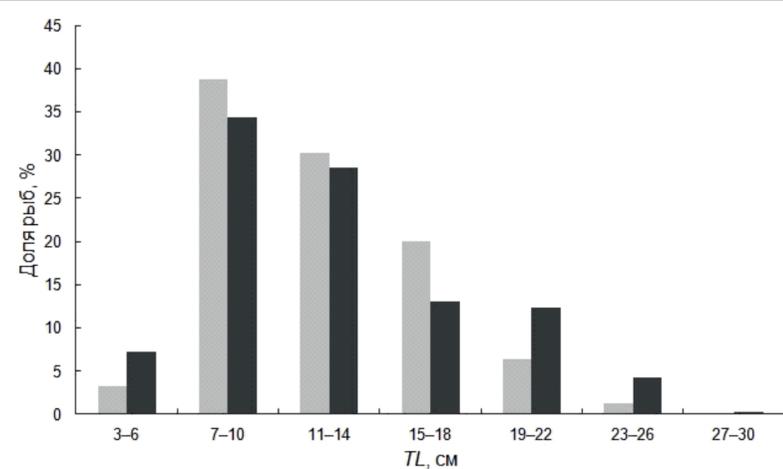


Рис. 4. Размерный состав (TL) сайки *Boreogadus saida* в уловах в северо-восточной (■) и юго-западной (■) частях моря Лаптевых.

В возрастном составе сайки модальным был возраст 1+ как на СВ (54.6%), так и на ЮЗ (35.3%) моря Лаптевых (рис. 3). В обоих районах отмечалась также и относительно высокая частота встречаемости 3-леток – соответственно 22.1 и 17.2%. Доля особей в возрасте 4+ и старше на СВ моря была существенно ниже, чем на ЮЗ (5.5 против 19.5%); при этом рыбы в возрасте 7+ встречались только на ЮЗ района исследований.

В районах СВ и ЮЗ доминировали (69 и 63%) особи TL 7–14 см (рис. 4), в основном в возрасте 1+ и 2+. Доля крупных рыб (TL ≥ 19 см) на СВ была меньше, чем на ЮЗ (8 против 17%). Самый крупный экземпляр сайки TL 28.5 см, массой 129 г в возрасте 7+ был обнаружен в улове донного трала в ЮЗ части моря (76°14' с.ш. 124°03' в.д., 30.09.2014 г., глубина 65 м) при температуре –1.69 °С и солёности 34.6‰.

Линейный (TL, см) и весовой (W, г) рост сайки в зависимости от возраста (t, лет), а также соотношение длина–масса достоверно аппроксимируются степенными уравнениями (рис. 5). Увеличение длины с возрастом указывает на поступательный характер роста сайки в течение жизненного цикла (рис. 5а). Высокие показатели и значительные различия параметров соматического роста на первых годах жизни характерны для рыб в целом, но связь между длиной и возрастом на отдельных интервалах кривой роста была заметно слабее ($R^2 = 0.50$), чем для всей эмпирической кривой в целом ($R^2 = 0.83$). Разделение выборки на отдельные составляющие отражает нелинейный характер динамики роста. Поэтому зависимость длины от возраста обеспечивает лучшее приближение к распределению значений длины ($R^2 = 0.83$, $p < 0.01$). Согласно этому уравнению сайка моря Лаптевых должна достигнуть TL 30 см за 10.3 года. Анализ распределения значений массы в исследованном возрастном интервале показал, что вариационные ряды массы тела смежных возрастных групп сайки могут трансгрессировать, особенно это заметно в старших возрастных группах (рис. 5б).

Амплитуда варьирования значений массы увеличивается, начиная с возраста 3+, что, несомненно, связано с повышением интенсивности генеративного обмена. Согласно эмпирической кривой весового роста, сайка моря Лаптевых должна достигнуть массы 129 г за 10.4 года. Из зависимости масса–длина (рис. 5в) следует, что при TL 30 см особь сайки будет иметь массу 127.4 г.

Процессы увеличения длины и массы во времени протекают у сайки различно. В первый год жизни сайка растёт относительно быстро и достигает в среднем TL 8.2 см, к концу второго года – 10.0 см (табл. 2). Наибольшие приросты длины (в среднем 3.4 см/год) отмечаются до возраста 2+... 3+ (до периода массового созревания), в последующие два года они не превышают 2.3 см/год, резко снижаясь к возрасту 6+. В противоположность процессу линейного роста абсолютный прирост массы сайки с возрастом постоянно увеличивается, и максимальное приращение массы наблюдается после достижения половой зрелости (табл. 2), что, несомненно, является важным условием продуцирования максимального количества половых продуктов и увеличения популяционной плодовитости.

Удельная скорость линейного роста сайки моря Лаптевых в течение жизни снижается от 0.446 в возрасте 0+ до 0.047 у семилеток (рис. 6), что относительно близко к значениям для Баренцева и Карского морей. Удельная скорость роста массы снижается от 1.085 (0+) до 0.142 (7+).

Сайка относится к быстросозревающим рыбам: достигает половой зрелости в 2–3-годовалом возрасте. По нашим данным, созревающие особи сайки с гонадами II–III, III и IV стадий зрелости появляются в море Лаптевых уже в возрасте 1+ при средней TL 10 см; их доля составляла ~13% всех рыб данного возраста. У большинства особей 1+ (> 60%) гонады находились на II стадии зрелости (стадия покоя). Среди рыб в возрасте 2+ при средней TL 13–14 см доля половозрелых особей уже составляла на СВ и ЮЗ 83.4% и 69.1% соответственно. И только 4-летки, достигшие TL 16–17 см, почти все были представлены половозрелыми особями (95–97%). Таким образом, основная масса сайки в море Лаптевых достигает половой зрелости при TL 13–17 см в возрасте 2+–3+.

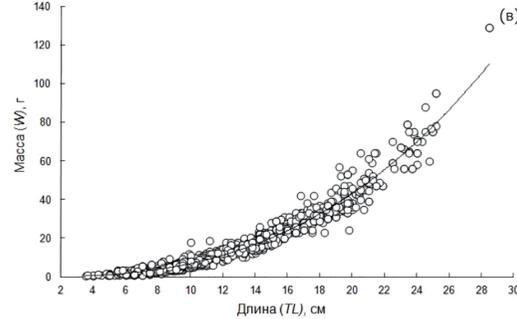
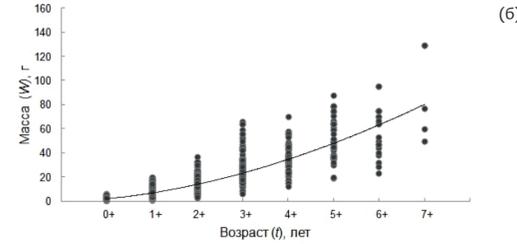
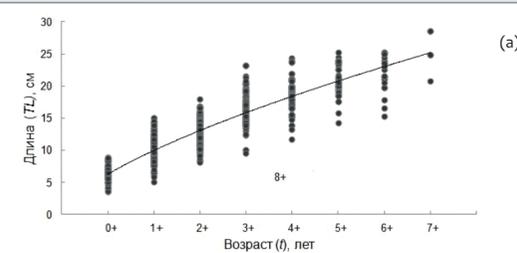


Рис. 5. Линейный (а) и весовой (б) рост, а также взаимосвязь длина–масса (в) сайки *Boreogadus saida* моря Лаптевых ($n = 1111$ экз.):
а – $TL = 6.27t^{0.67}$, $R^2 = 0.83$;
б – $W = 1.95t^{2.79}$, $R^2 = 0.79$;
в – $W = 0.015TL^{2.66}$, $R^2 = 0.94$.

Таблица 1.
Длина (TL) и масса особей сайки *Boreogadus saida* разного возраста, обитающей в море Лаптевых

Возраст, лет	Северо-восток			Юго-запад		
	n, экз.	TL, см	масса, г	n, экз.	TL, см	масса, г
0+	21	3.5–8.9 6.2 ± 1.5	0.6–5.5 2.3 ± 1.3	108	3.6–8.8 6.5 ± 0.9	0.7–6.2 2.4 ± 1.2
1+	249	5.0–15.0 10.0 ± 1.6	0.7–20.0 7.6 ± 3.9	231	5.8–13.8 9.9 ± 1.2	1.3–14.1 6.6 ± 2.2
2+	101	9.1–18.0 14.0 ± 1.7	5.0–37.0 18.1 ± 6.6	114	8.1–16.5 12.5 ± 1.8	3.0–30.0 13.1 ± 5.1
3+	60	13.0–23.2 16.8 ± 2.3	12.5–66.0 30.1 ± 13.1	74	9.50–23.2 16.2 ± 2.6	6.0–56.0 25.7 ± 10.0
4+	17	16.5–24.3 19.6 ± 2.0	24.0–70.0 42.9 ± 12.4	67	11.7–23.7 18.5 ± 2.4	12.3–56.0 34.1 ± 9.8
5+	5	19.5–24.5 21.1 ± 2.0	35.0–88.0 56.4 ± 20.0	40	14.3–25.2 20.8 ± 2.5	19.5–79.0 49.7 ± 16.3
6+	3	21.3–24.0 22.6 ± 1.4	50.0–70.0 63.3 ± 11.5	17	15.3–25.2 21.7 ± 3.1	23.0–95.0 57.3 ± 22.2
7+	–	–	–	4	20.8–28.5 24.7 ± 3.1	50.0–129.0 79.0 ± 35.1

Примечание. Над чертой – пределы варьирования показателя, под чертой – среднее значение и его стандартное отклонение; n – число изученных особей.

Таблица 2.
Показатели линейного и весового роста сайки *Boreogadus saida* моря Лаптевых

Возраст, лет	Длина (TL)			Масса (W)		
	средняя TL, см	ΔTL , см/год	C_{TL}	средняя W, г	ΔW , г/год	C_W
0+	6.4	3.6	0.446	2.4	4.7	1.085
1+	10.0	3.2	0.278	7.1	8.4	0.781
2+	13.2	3.2	0.217	15.5	12.2	0.581
3+	16.4	2.3	0.131	27.7	8.2	0.259
4+	18.7	2.1	0.107	35.9	14.6	0.341
5+	20.8	1.0	0.047	50.5	7.7	0.142
6+	21.8	2.9	0.125	58.2	20.8	0.305
7+	24.7	–	–	79.0	–	–

Примечание. ΔTL и ΔW – абсолютный годовой прирост длины и массы тела, C_{TL} и C_W – удельная скорость роста длины и массы.

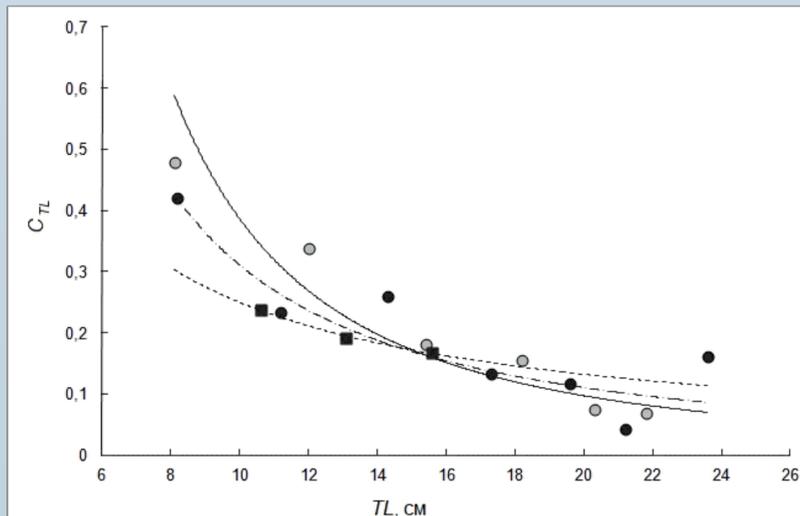


Рис. 6. Зависимость удельной скорости роста (C_{TL}) от длины (TL) сайки *Boreogadus saida* в разных районах моря Лаптевых: (—) – северо-восток, (---) – юго-запад, (-.-) – Анабарский залив.

трофическими уровнями пищевой сети в этом регионе. В связи с этим, изучение количественных и качественных аспектов роста арктического вида сайки весьма актуально и, прежде всего, для высокоширотных районов Арктики, где условия существования видов изменяются в результате значительных пространственно-временных колебаний абиотических и биотических факторов. На основании результатов экспедиционных исследований (рис. 2) нами проанализирована структура популяции и темп роста сайки в море Лаптевых.

В летне-осенний период 2014 г. популяция сайки в море Лаптевых состояла из особей длиной (TL) 3.5–28.5 см, массой 0.6–129.0 г, в возрасте 0+–7+ (табл. 1). Модальной возрастной группой в обследованных районах были двухлетки, составляющие в северо-восточной (СВ) части моря Лаптевых 54.6%, а в юго-западной (ЮЗ) 35.3%. Независимо от районов исследований, наиболее многочисленной размерной группой рыб были особи TL 7–14 см (63–69%), в основном в возрасте 1+ и 2+.