

Научная статья

УДК 574.2: 574.5: 595.36

DOI 10.46845/1997-3071-2024-75-26-39

**Черты биологии антарктического криля *Euphausia superba* Dana, 1850
(Euphausiacea: Euphausiidae) из бассейна Пауэлла в 2020 г.**

Александра Дмитриевна Колесникова¹, Светлана Александровна Судник²

^{1,2} Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

¹kolesnikova_aleksasha@bk.ru

²svetlana.sudnik@klgtu.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию биологии антарктического криля (*Euphausia superba* Dana, 1850), массового промыслового вида Антарктического части Атлантики (АЧА). Будучи фитопланктофагом, криль является важным звеном в пищевых цепях и распределении первичной продукции. *E. superba* – высокоценное сырье многих сфер промышленности, играет важную роль в отечественном промысле. В целом, в ходе анализа 805 особей криля из бассейна Пауэлла отмечено преобладание в пробах ювенильных особей, а среди разнополых особей – самок. Общая длина тела криля составила 13,6 – 50,2 мм (при длине карапакса 3,1 – 19,0 мм), индивидуальная масса – 0,02 – 1,20 г. Самцы *E. superba* бассейна Пауэлла, в среднем, оказались крупнее самок, однако длина карапакса самок была больше. Впервые для криля этого района показано достоверное опережение весового роста над линейным. Как среди самцов, так и среди самок преобладали мелкие особи (длина тела 29,3 – 36,4 мм) с неразвитыми или слабо развитыми гонадами и совокупительными органами, почти созревшие особи встречались редко, их размеры были крупнее (45,3 – 46,5 мм). Также впервые для вида определен гонадосоматический индекс предзрелых самок, который составил 12 – 25 %, и рассчитаны средние размеры наиболее развитых вителлогенных ооцитов – 0,42 x 0,54 мм. Разнокачественность созревания самок, вероятно, связана с особенностями циркуляции вод исследуемого промыслового района и переноса сюда молоди.

Ключевые слова: антарктический криль, *Euphausia superba*, бассейн Пауэлла, длина, масса тела, размерно-весовая зависимость, репродукция, размеры ооцитов.

Благодарности: авторы выражают большую благодарность сотрудникам института океанологии им. П. П. Ширшова (г. Москва) за предоставление материала *E. superba*.

Для цитирования: Колесникова А. Д., Судник С. А. Черты биологии антарктического криля *Euphausia superba* Dana, 1850 (Euphausiacea: Euphausiidae), из бассейна Пауэлла в 2020 г. // Известия КГТУ. 2024. № 75. С. 26-39. DOI: 10.46845/1997-3071-2024-75-26-39.

Original article

Biologic characteristics the of Antarctic krill *Euphausia superba* Dana, 1850 (Euphausiacea: Euphausiidae), from the Powell Basin in 2020

Aleksandra D. Kolesnikova¹, Svetlana A. Sudnik²

^{1,2} Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹kolesnikova_aleksasha@bk.ru

²svetlana.sudnik@klgtu.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the biology of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana, 1850), a mass commercial species in the Antarctic part of the Atlantic (APA). As a phytoplanktivore, krill is an important link in food chains and primary production distribution. *E. superba* is a highly valuable raw material for many industries and plays an important role in domestic fishing. In general, during the analysis of 805 krill individuals from the Powell Basin, the predominance of juvenile individuals in the samples was noted, and among heterosexual individuals – females. The total body length of krill was 13.6–50.2 mm (with the length of the carapace 3.1–19.0 mm). The individual body weight of the individuals was 0.02–1.2 g. Males of *E. superba* of the Powell basin, on average, turned out to be larger than females, at the same time, but along the length of the carapace, the females reached large maximum sizes. For the first time for krill of this region, a significant advance in weight growth over linear growth was shown. Both males and females were dominated by small individuals (body length 29.3–36.4 mm) with very undeveloped or poorly developed gonads and copulatory organs, almost mature individuals were rare, their sizes were larger (45.3–46.5 mm). For the first time, the gonadosomatic index of precocious females was determined for the species, which amounted to 12–25%. For the first time, the average sizes of the most developed vitellogenic oocytes – 0.42 x 0.54 mm – were calculated for krill in the basin. The heterogeneity of maturation of female krill is probably related to the peculiarities of water circulation in the studied fishing area of the study and the transfer of juveniles here.

Keywords: antarctic krill, *Euphausia superba*, Powell basin, length, body weight, size-weight dependence, reproduction, sizes of oocytes.

Acknowledgments: the authors express their gratitude to the staff of the P. P. Shirshov Institute of Oceanology (Moscow) for providing *E. superba* material.

For citation: Kolesnikova A. D., Sudnik S. A. Biologic characteristics of Antarctic krill *Euphausia superba* Dana, 1850 (Euphausiacea: Euphausiidae), from the Powell Basin in 2020 // *Izvestiya KGTU=KSTU News*. 2024;(75): 26-39. (In Russ.). DOI: 10.46845/1997-3071-2024-75-26-39.

ВВЕДЕНИЕ

Антарктический криль *Euphausia superba* Dana, 1850 – важнейший с точки зрения экологии и ресурса вид ракообразных, массово распространенный в средних и более низких широтах, в том числе в водах, близ субантарктических островов, в районах Юго-Западной Атлантики, в частности в водах бассейна Пауэлла. Этот планктофаг – пища многих морских хищников и беспозвоночных.

Благодаря высокой биомассе (более 300 млн т), активной суточной вертикальной миграции, участию в круговороте питательных веществ и стимулированию первичной продукции криль играет огромную роль в экосистеме Антарктической части Атлантического океана [1–4].

E. superba – ценный объект современного рыболовства, управляемого комиссией по сохранению морских живых организмов (АНТКОМ), его годовой вылов достигает 400 тыс. т в год. Важно возобновление промысла вида и для отечественного рыболовства: криль активно используется в производстве продуктов питания, косметической промышленности, медицине и аквакультуре, обладает высокой пищевой ценностью и доступностью скоплений для орудий лова. К началу нового десятилетия в стратегии развития рыбохозяйственного комплекса государством предусмотрено возобновление массового промысла криля объемом до 450 тыс. т в год [4–6].

В настоящее время существует целый ряд публикаций, включающих данные об обилии, пространственном распространении, биологии вида из бассейна, однако чаще всего биологические параметры криля рассмотрены некомплексно, фрагментарно из-за того, что при сборе данных использовалась упрощенная методика полевого анализа. Наша работа продолжает важные мониторинговые исследования биологии криля бассейна Пауэлла, а использование оригинальной лабораторной методики комплексного биологического анализа позволяет провести детальное изучение аспектов репродуктивной биологии криля [7–10].

Цель исследовательской работы – изучение основных биологических характеристик *E. superba* из вод бассейна Пауэлла летом 2020 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал – пробы криля *E. superba* (805 особей из 6 проб), собранного сотрудниками Института океанологии Российской академии наук в середине января – начале февраля 2020 г. на борту научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш» (табл. 1, рис. 1). В число использованных орудий лова вошли разноглубинные тралы Айзекса-Кидда в модификации Самышева и Асеева (РТАКСА, площадь раскрытия трала 6 м², размер ячеи в трале 4 мм, в кутце трала – 500 мкм) и трал Сигсби. Значительное количество молоди было поймано сетями Бонго (диаметр входного отверстия 60 см, размер ячеи сети – 500 мкм) и Джеди (диаметр входного отверстия 0,1 м, размер ячеи 300 мкм) с горизонтов 200–50 м и 50–0 м. Фиксация материала осуществлялась с использованием формалина 4 – 6 % концентрации. Исследование особей криля производилось по оригинальной методике комплексного лабораторного биологического анализа, включающей измерение общей длины тела (ДТ) и длины карапакса (ДК) каждой особи криля с точностью 0,01 мм; определение пола, массы тела и массы яичников (точность – до 0,01 г); анализ степени развития вторичных половых признаков (петазмы и теликума) у самцов и самок; оценку стадии зрелости гонад по 6-балльной шкале; измерение в гонадах созревающих самок наиболее зрелых ооцитов (измеряют большой и малый диаметры не менее 10 ооцитов с точностью 0,01 мм); нахождение разового

гонадосоматического индекса (ГСИ) предзрелых самок (отношение массы яичников к массе тела самки без яичников в %) [8, 11].

Для сравнения средних значений (m) длины и массы тела особей в расчет включено стандартное отклонение ($\pm sd$), которое указывает на разброс значений относительно среднего значения в выборке (представлено как $m \pm sd$). Достоверность (значимость) различий средних величин нескольких выборок определена с учетом t-теста (критерия Стьюдента), с применением функции анализа данных MS Excel. В используемой системе сравнивается статистическое (расчетное) значение критерия Стьюдента с табличным (если $t_{\text{стат.}} < t_{\text{табл.}}$ – различия не достоверны, и наоборот).

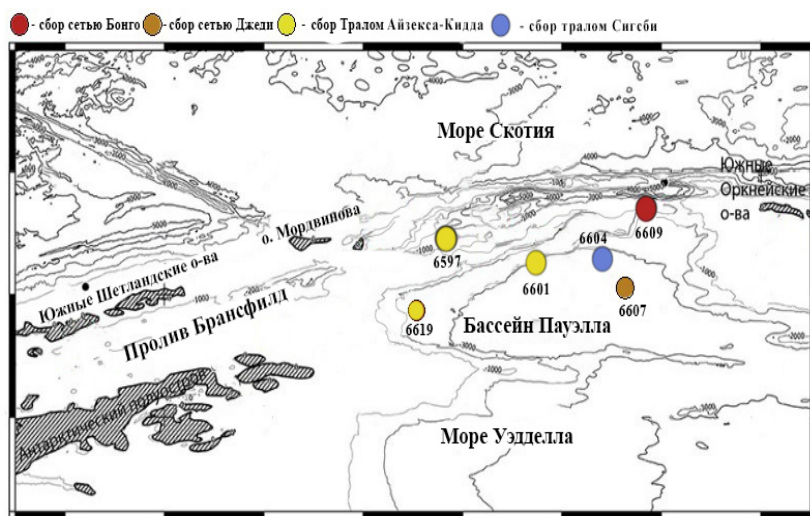


Рис. 1. Место сбора проб
Fig. 1. Sample collection sites

Таблица 1. Объем материала *E. superba* из бассейна Пауэлла, 2020 г.
Table 1. The volume of *E. superba* material from the Powell Basin, 2020

Дата	Станция	Орудие лова	Глубина, м	Фиксация	Количество особей, шт.
23.01	6597	трал Айзекса-Кидда	0–700	формалин, 6 %	82
25.01	6601		0–200		54
26.01	6604	трал Сигсби	0–287		15
28.01	6607	сеть Джеди	265	формалин, 4 %	187
	6609	сеть Бонго	0–200	формалин, 6 %	321
01.02	6619	трал Айзекса-Кидда	216		146
Итого					805

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В бассейне Пауэлла соотношение полов особей криля варьировало от станции к станции. В целом отмечено преобладание ювенильных особей (над самками и над самцами – в 2 – 16 раз), при этом в большинстве проб самки в 1,5 – 2 раза численно доминировали над самцами. В одной пробе встретились только немногочисленные ювенилы криля (табл. 2).

Таблица 2. Половой состав криля *E. superba* из бассейна Пауэлла, 2020 г.
Table 2. Sex composition of *E. superba* krill from the Powell Basin, 2020

Место сбора	Дата	Станция	Количество особей, шт.	Соотношение полов ювенилы / самцы / самки		
бассейн Пауэлла	23.01	6597	82	56 %	17 %	27 %
	25.01	6601	54	76 %	7 %	17 %
	26.01	6604	15	100 %	–	–
	28.01	6607	187	16 %	41 %	43 %
		6609	321	51 %	20 %	29 %
	01.02	6619	146	84 %	5 %	11 %

После проведения сравнительного анализа собственных и литературных данных выяснилось, что в целом в летних пробах ряда районов Южной Атлантики соотношение полов варьировало, часто с высокой долей ювенилов. Это могло быть следствием недавнего массового нереста криля в этих водах, а также поступления дрейфующей мелкой молоди в район бассейна Пауэлла из соседних районов в результате особенностей циркуляции вод Антарктической части Атлантики [8].

Таблица 3. Общая длина тела (мм) *E. superba* из бассейна Пауэлла, 2020 г.
Table 3. Total body length (mm) of *E. superba* from the Powell Basin, 2020

Станция	Ювенилы	Самцы	Самки
	диапазон (m±sd)		
6597	20,1–32,0 (26,7±2,7)	27,0–46,0 (39,2±2,8)	28,3–40,5 (34,5±2,2)
6601	13,7–30,8 (22,5±2,0)	28,1–38,0 (32,8±2,9)	26,9–37,5 (32,2±2,4)
6604	13,9–17,2 (15,2±1,20)	–	–
6607	16,3–30,2 (24,2±2,1)	27,1–50,2 (38,1±2,5)	28,2–47,3 (37,0±2,5)
6609	13,7–32,0 (25,0±2,4)	27,0–49,0 (38,1±2,4)	26,9–46,3 (35,1±2,6)
6619	13,6–30,9 (20,6±1,9)	28,1–38,0 (32,3±2,3)	26,9–37,4 (32,6±2,5)

В целом во всех пробах бассейна Пауэлла ДТ особей составила 13,6 – 50,2 мм (13,6 – 32,0 мм ювенилов; 27,0 – 50,2 мм самцов; 26,9 – 47,3 мм самок) при ДК 3,1 – 19,0 мм (3,1 – 13,2 мм ювенилов; 7,0 – 17,9 мм самцов; 8,4 – 19,0 мм самок) (табл. 3, рис. 1). Самцы достигали более крупных размеров, чем самки.

Анализ ДТ криля показал, что ювенилы из северо-западной части бассейна Пауэлла (ст. 6597) были крупнее таковых из южной пробы (ст. 6619), а самые мелкие ювенилы, в сравнении с ювенилами остальных проб, отмечены в глубоководной котловине Пауэлла (ст. 6604) ($t_{\text{стат}}=2,43-3,60$, $t_{\text{табл}}=1,00-2,30$). Возможно, лов криля здесь пришелся на время недавнего личиночного подъема и формирования молодежи [12].

Схожие результаты получены при сравнении размеров самцов: в шельфовой зоне (ст. 6597) их ДТ была больше ($t_{\text{стат}}=2,9-6,1$, $t_{\text{табл}}=1,9-2,3$), чем в районах, находящихся южнее и северо-восточнее (ст. 6619, 6601). Меньшей ДТ во всех пробах отличались особи, собранные в начале февраля ($t_{\text{стат}}=2,0-8,4$, $t_{\text{табл}}=1,1-1,9$). Среди самок разных проб достоверных различий в размерах тела не обнаружено.

Анализ половой размерной изменчивости показал, что средние размеры самок со ст. 6619 и 6601 (северо-западная и северо-восточная части бассейна) меньше, чем размеры самцов из более северных (6597) и южных (ст. 6607, 6609) районов ($t_{\text{стат}}=4,0-5,2$, $t_{\text{табл}}=2,3-3,0$).

По результатам других исследований ДТ особей криля в летних пробах 2020 г. из бассейна Пауэлла составляла 21,3 – 50,2 мм, что по максимальным значениям сравнимо с нашими данными. Крупная молодежь, как и в нашем исследовании, присутствовала в северо-западной части бассейна. Среди особей обоих полов практически повсеместно преобладали рачки с размерами тела около 40 мм – эти данные схожи с нашими размерными показателями для самцов из северных и центральных районов бассейна, а по самкам отличаются – в нашем исследовании доминировали самки поменьше [8].

Анализ графиков размерного состава (рис. 1) показал доминирование среди ювенилов особей с ДК 6 – 8 мм (до 19 % от всех особей пробы), более крупные ювенилы (до 13 мм) встречены в единичных количествах (рис. 1). Среди самцов немного преобладали рачки с ДК 11 – 13 мм, более крупных (до 18 мм) было крайне мало. Среди самок чаще встречались особи с модальными размерами 13 мм, более крупные (до 19 мм) попадались единично.

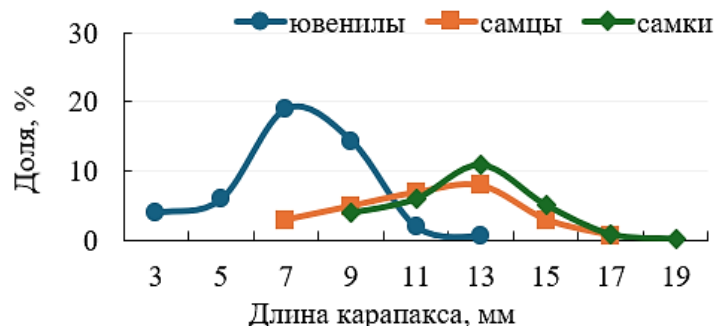


Рис. 2. Длина карапакса (мм) *Euphausia superba* из бассейна Пауэлла, 2020 г.

Fig. 2. *Euphausia superba* Carapace length (mm) from the Powell Basin, 2020

Масса тела особей криля *Euphausia superba* из бассейна Пауэлла составила 0,02 – 1,20 г (ювенилы – до 0,38 г, самцы – до 1,20 г, самки – до 1,04 г) (табл. 4). Средняя масса тела самцов была крупнее таковой у самок ($t_{\text{стат}}=7,03$, $t_{\text{табл}}=2,76$), что связано с их более крупными размерами тела.

Таблица 4. Масса тела особей криля (г) *E. superba* из бассейна Пауэлла, 2020 г.
Table 4. Body weight (g) of *E. superba* individuals from the Powell Basin, 2020

Ювенилы			Самцы			Самки		
масса тела		ДТ, мм	масса тела		ДТ, мм	масса тела		ДТ, мм
диапазон	$m \pm sd$		диапазон	$m \pm sd$		диапазон	$m \pm sd$	
0,02–0,38	$0,14 \pm 0,02$	13,6 – 32,0	0,17–1,20	$0,59 \pm 0,08$	27,0– 50,2	0,22–1,04	$0,45 \pm 0,06$	26,9– 47,3

Для сравнения: средняя масса особей криля (независимо от пола) из других районов Антарктической части Атлантики в 2020 г. варьировала от 0,55 г у о-вов Мордвинова и Жуэнвиль до 0,90 г у Южных Шетландских о-вов, что было достоверно больше полученных нами данных (табл. 4). Это может быть следствием преобладания в наших пробах ювенильных особей [13].

При анализе размерно-весовой зависимости, выполненном для особей криля бассейна Пауэлла впервые (рис. 2), отмечена достоверная положительная аллометрия массы тела особей криля относительно их общей длины тела (весовой рост опережал линейный).

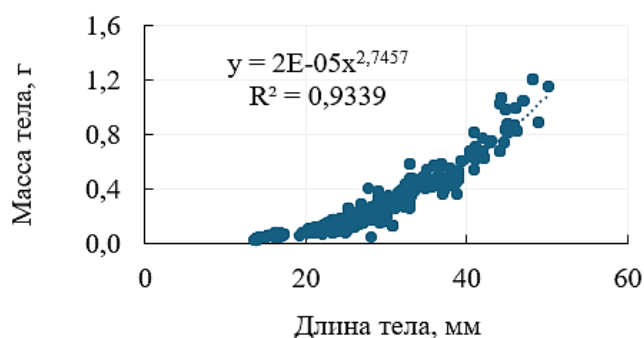


Рис. 3. Размерно-весовая зависимость у криля *Euphausia superba*, 2020 г.
Fig. 3. Size-weight relationship in *Euphausia superba* krill, 2020

Похожая связь размеров и массы тела у вида *E. superba* была определена другими авторами для особей из моря Скотия, вод Южных Шетландских о-вов, о-вов Мордвинова и Жуэнвиля [13].

Репродуктивное состояние самцов криля

В ходе анализа репродуктивного состояния 208 самцов выявлено преобладание (суммарная доля в пробах 66 %) мелких особей (средняя ДТ 29 – 36 мм) с неразвитыми и слабо развитыми первичными и вторичными половыми признаками (табл. 8). Остальную долю составили более зрелые (с развитой

петазмой и практически полностью развитыми семенниками) и крупные ($t_{\text{стат}}=4,68-5,62$, $t_{\text{табл}}=1,96-2,03$), в сравнении с самцами первой группы, самцы (табл. 5). Вероятность линек, происходящих во время развития и созревания семенников у самцов криля, при этом очень высока. Нужно отметить, что процессы развития совокупительных органов и гонад у самцов криля происходили одновременно.

Картина репродуктивного состояния самцов криля из летних проб 2020 г. из бассейна Пауэлла у других авторов была схожа с наши данными: среди самцов в большинстве случаев преобладали особи с неразвитыми семенниками и петазмой [8].

Таблица 5. Репродуктивное состояние самцов *E. superba* из бассейна Пауэлла, 2020 г.

Table 5. Reproductive condition of *E. superba* males from the Powell Basin, 2020

Стадия зрелости	Количество особей		ДТ, мм	Степень развития половых признаков	
	шт.	%	m±sd		
I	85	41	29,3 ±1,3	семенники слабо различимы на фоне других тканей, не развиты; семяпроводы без утолщений	Петазма недоразвита, имеет вид неподразделенной лопасти
II	51	25	36,4 ±1,7	семенники беловатого цвета, слабо развиты; семяпроводы с зачатками ампул и сперматофорных мешков	петазма двулопастной формы, с неразвитыми «крыльями» на эндоподитах
III	44	21	43,0 ±2,1	семенники практически полностью развиты; семяпроводы содержат сперматофоры с симметричными по форме головками	петазма двулопастной формы, с развитыми «крыльями» на эндоподитах
IV	28	13	46,5 ±1,7	семенники полностью развиты; семяпроводы с крупными сперматофорами с ассиметричными головками	петазма развита полностью, сперматофоры в ней отсутствуют

Репродуктивное состояние самок

Оценка репродуктивного состояния 221 самки криля выявила преобладание (суммарно – 83 %) самок с неразвитыми яичниками (ст. I и II; средняя ДТ 31 – 38 мм), при этом у 19 % из них теликум был уже развит (табл. 6). Остальную небольшую часть составили самки с развитым теликумом и яичниками в начале созревания (ст. III) и крупные предзрелые самки (ст. IV), размеры тела которых, в сравнении с размерами самок с неразвитыми гонадами (табл. 6), были достоверно крупнее ($t_{\text{стат}}=2,08-3,92$, $t_{\text{табл}}=1,53-2,75$), что свидетельствует в пользу линьки, проходящей перед созреванием яичников. Нужно отметить, что вторичные половые придатки у самок (теликум) начали развиваться раньше, чем их яичники. Самки криля на стадии репродуктивного состояния V (зрелые) в пробах января–февраля 2020 г. нами не встречены.

Анализ репродуктивного состояния самок криля бассейна Пауэлла летом 2020 г. и его результаты, представленные другими авторами, в целом не противоречили полученным нами данным, за исключением присутствия в их исследованиях немногочисленных крупных зрелых самок. Интересно, что их преобладание описано в восточной части бассейна, где нами отмечена встреча самых крупных самцов и самок [8].

Таблица 6. Репродуктивное состояние самок *E. superba* из бассейна Пауэлла, 2020 г.

Table 6. Reproductive condition of *E. superba* females from the Powell Basin, 2020

Стадия зрелости	Количество особей		ДТ, мм	Репродуктивное состояние	
	шт.	%	m±sd	степень развития теликума, присутствие сперматофоров	стадия зрелости яичников
I	85	38	31,2 ±2,1	теликум не развит; сперматофоры отсутствуют	трудно отличимы, совсем не развиты
II	57	26	35,1 ±1,2	Начало стадии: теликум есть, стерральная и коксальные пластинки развиты не полностью Конец стадии: теликум полностью развит (пластинки теликума развиты), сперматофоры отсутствуют	не развиты, не созревающие; в конце стадии – золотистого цвета
	41	19	38,4 ±0,9		
III	23	10	38,6 ±2,6	теликум полностью развит, полон спермы и/или содержит сперматофоры	развивающиеся созревающие; цвет достигает золотистого
IV	15	7	45,3 ±1,5	теликум развитый, красного цвета	хорошо развиты предзрелые; красного цвета

Разовый гонадосоматический индекс (ГСИ) у 15 предзрелых самок (яичники на стадии IV) с ДТ $45,3 \pm 1,5$ мм варьировал от 12 до 25 %.

Данных для сравнения ГСИ у криля нами не найдено. При сравнении с ГСИ у креветок выявлены достаточно близкие максимальные и двукратно меньшие средние его значения для предзрелых и зрелых самок (2 – 24 %; $9,8 \pm 2,7$ %). Это указывает на отличный уровень трат на репродукцию, что может быть связано с реализацией у этих двух групп высших ракообразных разных типов репродуктивных стратегий [14].

Размеры наиболее развитых вителлогенных ооцитов в предзрелых яичниках этих самок криля составили в среднем $0,42 \times 0,54$ мм (малый диаметр $\times$ большой диаметр) (табл. 7).

Таблица 7. Размеры (мм) наиболее развитых ооцитов в яичниках предзрелых самок (стадия зрелости IV) *E. superba* из разных районов

Table 7. Sizes (mm) of the most developed oocytes in the *E. superba* pre-mature females (stage maturity IV) from the different regions

ДТ, мм	Размеры вителлогенных ооцитов, мм		Район	Год	Источник
	малый диаметр	большой диаметр			
диапазон (m $\pm$ sd)					
42,1 – 47,3 (45,3 $\pm$ 1,6)	0,35–0,51 (0,42 $\pm$ 0,05)	0,45–0,70 (0,54 $\pm$ 0,06)	бассейн Пауэлла	2020	наши данные
41,0–49,1 (45,0 $\pm$ 1,0)	–	0,49–0,70 (0,59 $\pm$ 0,05)	к западу от пролива Брансфилд	2002	[15]
44,3–49,8 (47,0 $\pm$ 1,3)	–	0,45–0,60 (0,57 $\pm$ 0,07)	Южные Шетландские о-ва	2006	[16]

Сравнение размеров наиболее развитых вителлогенных ооцитов в яичниках предзрелых самок *E. superba* из разных ареалов Южной Атлантики (табл. 7) показало отсутствие достоверных различий у среднеразмерных самок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ размерно-весового и полового состава, репродуктивных характеристик 805 особей *Euphausia superba*, собранных в бассейне Пауэлла в летний период 2020 г., выявил преобладание ювенильных особей над самцами и самками, а среди особей двух полов – самок. Общая длина тела криля составила 13,6 – 50,2 мм при длине карапакса 3,1 – 19,0 мм. Самые крупные половозрелые особи (самцы – 50,2 мм; самки – 47,3 мм) встречены на северо-западе бассейна. Масса тела особей варьировала от 0,02 до 1,20 г. Весовая структура самцов и самок района отличалась в соответствии с вариациями из размерного состава, самцы выделялись более крупной массой. Впервые для особей вида из бассейна Пауэлла выявлено опережение весового роста над линейным. Среди самцов и самок бассейна преобладали мелкие особи (средняя

длина тела 29–36 мм и 31–38 мм соответственно) с неразвитыми и слабо развитыми гонадами. Репродуктивная система более крупных особей была развита хорошо. Отличия во времени созревания самок криля одного района обитания могут быть результатом особенностей локальной циркуляции вод, смешивающей молодь местного и иного происхождения – разноразмерных особей от нерестов криля разных поселений. Разовый ГСИ предзрелых самок составил 12–25 %, в их яичниках преобладали развитые вителлогенные ооциты со средними размерами 0,42 х 0,54 мм. Отмечена схожесть ряда репродуктивных характеристик самок криля из бассейна Пауэлла с таковыми у особей из пролива Брансфилд и района Южных Шетландских островов.

Работа выполнена в рамках ИП НИР Научно-образовательного центра имени профессора Н. С. Гаевской ФГБОУ ВО «КГТУ» «Систематика, зоогеография и экология ракообразных Мирового океана», рег. № 13.13.029.2 (ОНИОКР УНИД КГТУ), а также в рамках научного сотрудничества и по заказу ИО РАН, г. Москва.

Список источников

1. Quantifying circumpolar summer habitat for Antarctic krill and Ice krill, two key species of the Antarctic marine ecosystem / B. Merkel, P. Trathan, S. Thorpe, E. J. Murphy, H. Pehlke, K. Teschke, G. P. Griffith // ICES Journal Marine Science. 2023. V. 80. N 6. P. 1773–1786.
2. Fisheries and Aquaculture. URL: <https://www.fao.org/fishery/en/aqspecies/3393/en> (дата обращения: 03.03.2024).
3. The importance of Antarctic krill in biogeochemical cycles / E. L. Cavan, A. Belcher, A. Atkinson, S. L. Hill, S. Kawaguchi, S. McCormack, B. Meyer // Nature Communications. 2019. V. 10. N 1. P. 1–13.
4. Evidence for a decline in the population density of Antarctic krill *Euphausia superba* Dana, 1850 still stands / S. L. Hill, A. Atkinson, E. A. Pakhomov, V. Siegel // Journal of Crustacean Biology. 2019. V. 39. N 3. P. 316–322.
5. Understanding the structure and functioning of polar pelagic ecosystems to predict the impacts of change / E. J. Murphy, R. D. Cavanagh, K. F. Drinkwater, S. M. Grant, J. J. Heymans, E. E. Hofmann, G. L. Hunt, N. M. Johnston // Biological Sciences. 2016. V. 283. N 1844. P. 16–46.
6. Распоряжение Правительства РФ № 2798-р «Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г. и плана мероприятий от 26 ноября 2019 г.» // Собрание законодательств РФ. 2019. 58 с.
7. Distribution and Demography of Antarctic Krill and Salps in the Atlantic Sector of the Southern Ocean during Austral Summer 2021–2022 / D. G. Bitiutskii, E. Z. Samyshev, N. I. Minkina, V. V. Melnikov, E. S. Chudinovskikh, S. I. Usachev, P. A. Salyuk, A. N. Serebrennikov, O. A. Zuev, A. M. Orlov // Water. 2022. V. 14. N 23. P. 21.
8. Состав популяции и транспорт молоди антарктического криля в районе бассейна Пауэлла / В. А. Спиридонов, А. К. Залота, В. А. Яковенко, К. М. Горбатенко // Труды ВНИРО. 2020. Т. 181. С. 33–47.

9. Solomatina A. S., Demina L. L., Spiridonov V. A. Trace element concentration in Antarctic krill reflecting their distribution in the Weddell Sea // Russian Journal of Earth Sciences. 2021. V. 21. N 4. P. 12.
10. Macro- and Mesozooplankton in the Powell Basin (Antarctica): Species Composition and Distribution of Abundance and Biomass in February 2020 / V. A. Yakovenko, V. A. Spiridonov, K. M. Gorbatenko, N. V. Shadrin, E. Z. Samyshev, N. I. Minkina // Antarctic Peninsula Region of the Southern Ocean. 2021. P. 409–420.
11. Судник С. А., Колесникова А. Д. Комплексная методика лабораторного анализа криля *Euphausia superba* (Dana, 1850) (Euphausiacea: Euphausiidae) // Всерос. науч.-практич. конф. (6 фев. 2022): материалы. Ульяновск: УГПУ им. И. Н. Ульянова, 2022. С. 225–233.
12. Ломакина Н. Б. Эвфаузииды Мирового океана. Ленинград: Изд-во Наука, 1978. 222 с.
13. Сытов А. М., Козлов Д. А. Размерный состав и биологическая характеристика антарктического криля // Труды АтлантНИРО. 2021. Т. 5. № 2. С. 101–115.
14. Судник С. А. Изменчивость гонадосоматического индекса у преднерестовых самок креветок // XII Междунар. научн. конф.: материалы. Москва: ЧОУВО МУ им. С. Ю. Витте, 2016. С. 146–159.
15. Siegel V., Watkins J. L. Distribution, biomass and demography of Antarctic krill, *Euphausia superba*, 2015 // Advances in Polar Ecology. 2015. V. 1. P. 21–100.
16. Cuzin-Roudy J. Ovarian development and sexual maturity staging in Antarctic Krill, *Euphausia superba* (Crustacea) // Journal of Crustacean Biology. 1991. V. 11. N 2. P. 236–249.

References

1. Merkel B., Trathan P., Thorpe S., Murphy E. J., Pehlke H., Teschke K., Griffith G. P. Quantifying circumpolar summer habitat for Antarctic krill and Ice krill, two key species of the Antarctic marine ecosystem. *ICES Journal Marine Science*. 2023. V. 80. N 6. P. 1773–1786.
2. Fisheries and Aquaculture. Available at: <https://www.fao.org/fishery/en/aqspecies/3393/en> (accessed 03 March 2024).
3. Cavan E. L., Belcher A., Atkinson A., Hill S. L., Kawaguchi S., McCormack S., Meyer B. The importance of Antarctic krill in biogeochemical cycles. *Nature Communications*. 2019. V. 10. N 1. P. 1–13.
4. Hill S. L., Atkinson A., Pakhomov E. A., Siegel V. Evidence for a decline in the population density of Antarctic krill *Euphausia superba* Dana, 1850 still stands. *Journal of Crustacean Biology*. 2019. V. 39. N 3. P. 316–322.
5. Murphy E. J., Cavanagh R. D., Drinkwater K. F., Grant S. M., Heymans J. J., Hofmann E. E., Hunt G. L., Johnston N. M. Understanding the structure and functioning of polar pelagic ecosystems to predict the impacts of change. *Proceedings of the Royal Society. Biological Sciences*. 2016. V. 283. N 1844. P. 16–46.
6. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF № 2798-r "Ob utverzhdenii strategii razvitiya rybokhozyaystvennogo kompleksa RF na period do 2030 g. i plana meropriyatii ot 26 noyabrya 2019 g." *Sobranie zakonodatel'stv RF* [Collection of legislation of the Russian Federation]. 2019, 58 p.

7. Bitiutskii D. G., Samyshev E. Z., Minkina N. I., Melnikov V. V., Chudinovskikh E. S., Usachev S. I., Salyuk P. A., Serebrennikov A. N., Zuev O. A., Orlov A. M. Distribution and Demography of Antarctic Krill and Salps in the Atlantic Sector of the Southern Ocean during Austral Summer 2021–2022. *Water*. 2022, V. 14. N 23. P. 21.
8. Spiridonov V. A., Zalota A. K., Yakovenko V. A., Gorbatenko K. M. Sostav populyatsii i transport molodi antarkticheskogo krilya v rayone basseyna Pauella [Population composition and transportation of juvenile Antarctic krill in the Powell Basin area]. *Trudy VNIRO*. 2020, vol. 181, pp. 33–47.
9. Solomatina A. S., Demina L. L., Spiridonov V. A. Trace element concentration in Antarctic krill reflecting their distribution in the Weddell Sea. *Russian Journal of Earth Sciences*. 2021. V. 21. N 4. P. 12.
10. Yakovenko V. A., Spiridonov V. A., Gorbatenko K. M., Shadrin N. V., Samyshev E. Z., Minkina N. I. Macro- and Mesozooplankton in the Powell Basin (Antarctica): Species Composition and Distribution of Abundance and Biomass in February 2020. *Antarctic Peninsula Region of the Southern Ocean*. 2021. P. 409–420.
11. Sudnik S. A., Kolesnikova A. D. Kompleksnaya metodika laboratornogo analiza krilya *Euphausia superba* (Dana, 1850) (Euphausiacea: Euphausiidae) [Complex methodology of laboratory analysis of krill *Euphausia superba* (Dana, 1850) (Euphausiacea: Euphausiidae)]. *Vseros. nauch.-praktich.konf. (6 fev. 2022): materialy* [All-Russian Scientific and Practical Conference (February 6, 2022): proceedings]. Ul'yanovsk. UGPU im. I. N. Ul'yanova, 2022, pp. 225–233.
12. Lomakina N. B. *Eyfauziidy Mirovogo okeana* [Euphausiidae of the World Ocean]. Leningrad, Nauka Publ., 1978, 222 p.
13. Sytov A. M., Kozlov D. A. Razmernyy sostav i biologicheskaya kharakteristika antarkticheskogo krilya [Size composition and biological characteristic of Antarctic krill]. *Trudy AtlantNIRO*. 2021, vol. 5, no. 2, pp. 101–115.
14. Sudnik S. A. Izmenchivost' gonadosomaticheskogo indeksa u prednerestovykh samok krevetok [Variability of the gonadosomatic index in prenesting female shrimp]. *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya: materialy* [International Scientific Conference: proceedings]. Moscow, 2016, pp. 146–159.
15. Siegel V., Watkins J. L. Distribution, biomass and demography of Antarctic krill, *Euphausia superba*, 2015. *Advances in Polar Ecology*. 2015. V. 1. P. 21–100.
16. Cuzin-Roudy J. Ovarian development and sexual maturity staging in Antarctic Krill, *Euphausia superba* (Crustacea). *Journal of Crustacean Biology*. 1991. V. 11. N 2. P. 236–249.

Информация об авторах

А. Д. Колесникова – магистрант кафедры водных биоресурсов и аквакультуры
С. А. Судник – кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

Information about the authors

A. D. Kolesnikova – Undergraduate student of the Department of Water Bioresources and Aquaculture

S. A. Sudnik – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Water Bioresources and Aquaculture

Статья поступила в редакцию 01.08.2024; одобрена после рецензирования 08.08.2024; принята к публикации 17.09.2024.

The article was submitted 01.08.2024; approved after reviewing 08.08.2024; accepted for publication 17.09.2024.