

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 594.117–113.4.08 (268.4)

**ИССЛЕДОВАНИЯ РОСТА ИСЛАНДСКОГО ГРЕБЕШКА *CHLAMYS ISLANDICA*  
В БАРЕНЦЕВОМ И БЕЛОМ МОРЯХ С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДИК  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА**

© 2016 г. П. Н. Золотарев

*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии, Мурманск, 183038  
E-mail: zolot@pinro.ru*

Поступила в редакцию 23.12.2015 г.

Изучены основные параметры роста исландского гребешка в Баренцевом и Белом морях с использованием трех методик. Наилучшие результаты получены при определении возраста по лигаменту. Предельный возраст моллюска оценивается в 34 года. Максимальный темп линейного роста наблюдается в возрасте от 4 до 8 лет, весовой прирост — с 6 до 13 лет. Темп роста в Баренцевом море, вероятно, зависит от температуры, а в Белом море — от солености вод. Предложен метод определения возрастной структуры поселений по размерному составу.

*Ключевые слова:* исландский гребешок *Chlamys islandica*, Баренцево море, Белое море, параметры роста, предельный возраст.

## ВВЕДЕНИЕ

Параметры роста являются одной из важнейших биологических характеристик, позволяющих оценить продуктивность поселений того или иного вида, их потребности в питательных веществах и роль в составе сообществ. Рост исландского гребешка *Chlamys islandica* изучен в разных районах его обитания в Северной Атлантике — у берегов Канады (Fréchette, Daigle, 2002), Исландии (Thorarinsdottir, 1991, 1994) и Гренландии (Pedersen, 1994), прибрежной части Норвегии (Johanessen, 1973), а также Баренцевом и Белом морях (Денисенко, 1982, 1989; Песов, 2008; Ржавский и др., 2010).

Установлено, что гребешок в течение жизни растет весьма неравномерно. Только что осевшие личинки имеют высоту раковины около 1,5 мм. В первые пять лет жизни темп роста особей с каждым годом увеличивается, приобретая экспоненциальный характер (Денисенко, 1989). Во время полового созревания (5–7 лет) и особенно

после наступления половой зрелости (7–8 лет) темп роста снижается, вследствие чего кривая роста приобретает S-образный вид. Продолжительность жизни достигает 18–21 лет.

Прямые наблюдения за оседанием и ростом исландского гребешка на коллекторах показали, что за первый год жизни моллюск достигает размера 5–9 мм, за два года — 15–20 мм (Wallace, 1982; Thorarinsdottir, 1994). Для моллюсков в возрасте 3 лет и старше линейный рост довольно хорошо описывается уравнением Бергаланфи (Денисенко, 1989). Условия среды оказывают значительное влияние на рост гребешка (Wallace, Reinses, 1984, 1985), вследствие чего при искусственном культивировании можно подобрать оптимальный режим для достижения наиболее высокого темпа роста. В то же время по сравнению с другими видами гребешков темп роста исландского гребешка низок, а его выращивание для целей аквакультуры признается нецелесообразным (Sundet, Vahl, 1981).

Возраст моллюсков довольно легко определяется по количеству годовых колец на раковине (Segerstråle, 1960; Wiborg, 1963; Wilbur, Owen, 1964), однако при использовании этого метода для крупных гребешков можно ошибиться, приняв дополнительные кольца, появляющиеся у особей 3–4 лет и старше, за годовые или не заметив годовые отметки у моллюсков старше 12–15 лет вследствие небольшого годового прироста.

Возраст гребешка также можно определить по линиям нарастания на внутреннем лигаменте (Johanessen, 1973). Используя данную методику, максимальную продолжительность жизни гребешка в районе Гренландии оценили в 21 год (Pedersen, 1994), а в прибрежной зоне Баренцева моря – 20–23 года (Денисенко, 1989; Песов, 2008; Ржавский и др., 2010).

Денисенко (1982, 1989) предложил определять возраст гребешка путем подсчета двухнедельных чешуек на внешней поверхности раковины. Метод позволяет сразу получить индивидуальные характеристики роста моллюска. Максимальная продолжительность жизни гребешка на поселении в районе архипелага Семь Островов, определенная этим методом, составляет 20 лет.

Темпы роста раковины и лигамента у моллюсков в возрасте до 8 лет прямо пропорциональны, однако у моллюсков старших возрастных групп эта закономерность нарушается (Johanessen, 1973; Золотарев, 2010). Из-за этого провести вычисления индивидуального роста раковины гребешков по измерениям годовых меток на лигаменте (аналогично вычислениям роста у рыб) для особей старше 8 лет невозможно.

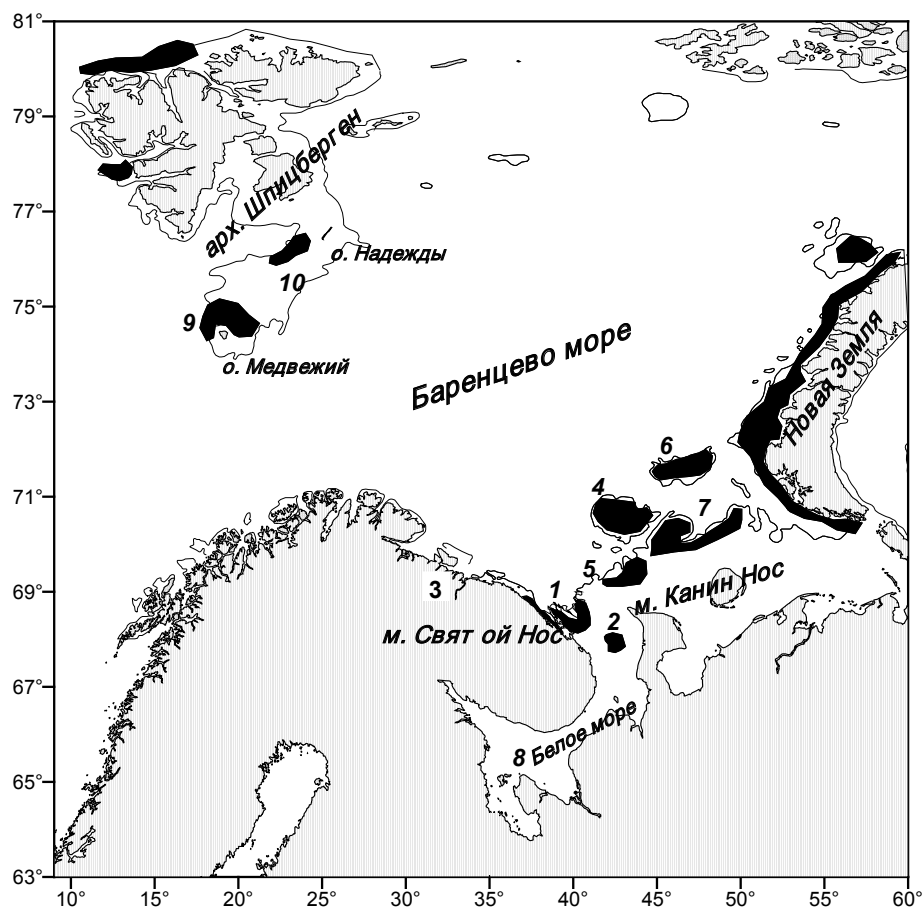
Изучение возрастной структуры поселений и параметров роста гребешка на промысловых скоплениях Баренцева и Белого морей проводились ПИНРО в 1997–2011 гг. с использованием всех описанных выше методик. Цель настоящего исследования – оценить достоверность имеющихся методик определения возраста гребешка и изучить особенности роста моллюска в различных поселениях этих морей.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом служили сборы гребешка в большинстве крупных поселений Баренцева и Белого морей на глубинах менее 100 м (рис. 1). Для определения возраста раковину очищали от мягких частей тела, тщательно промывали и высушивали. В лабораторных условиях раковину дополнительно очищали и измеряли ее высоту штангенциркулем с точностью 0,1 мм. Лигамент аккуратно извлекали из раковины и определяли его размер под бинокулярным микроскопом с точностью до 0,05 мм.

Определение возраста гребешка по лигаменту проводили с использованием метода Йоханессена (Johanessen, 1973). Для изучения индивидуального роста моллюска использовали комбинированный метод, при котором одновременно проводили определение возраста по лигаменту и по отметкам на раковине: сначала определяли его возраст по лигаменту под бинокулярным микроскопом, а затем – по годовым меткам на раковине. Обязательным условием было совпадение числа годовых меток, определенных по лигаменту, с числом отметок на раковине. Годовые метки на раковине отмечали карандашом и проводили измерения высоты раковины гребешка в определенном возрасте. Этим методом изучен рост гребешка у 744 особей из 8 поселений (табл. 1). Несомненно, что при использовании такого метода нужен определенный опыт в распознавании годовых меток как на лигаменте, так и на раковине.

Определение возраста гребешка с помощью метода Денисенко (1989) проводили под бинокулярным микроскопом (увел.  $\times 16$ ), для чего подсчитывали число двухнедельных чешуек. Отсчитав 24–25 чешуек, получали годовую отметку, которую отмечали карандашом на раковине. Получив таким образом все годовые метки роста, их подсчитывали и определяли возраст моллюска. Затем измеряли высоту раковины гребешка в определенном возрасте. С помощью этого метода был определен



**Рис. 1.** Поселения гребешка в Баренцевом и Белом морях и в районе архипелага Шпицберген, на которых отбирали возрастные пробы: 1 – Святоносское поселение, 2 – Воронка Белого моря, 3 – губа Ура, 4 – Северо-Канинская банка, 5 – Канинская банка, 6 – Гусиная банка, 7 – Канино-Колгуевское мелководье, 8 – Онежский залив, 9 – о-в Медвежий, 10 – о-в Надежды; (—) – изобата 100 м.

**Таблица 1.** Объем выборки для изучения возраста и роста гребешка на поселениях Баренцева и Белого морей, изученной с помощью меток на лигаменте (I) и двухнедельных чешуек (II)

Поселение	Выборка, экз.	
	I	II
Святоносское поселение	215	1853
Воронка Белого моря	81	60
Губа Ура (Мотовский залив)	224	-
Северо-Канинская банка	50	78
Канинская банка	-	50
Гусиная банка	37	-
Канино-Колгуевское мелководье	47	71
Онежский залив	50	50
Остров Медвежий	40	12
Всего	744	2174

возраст и рост более чем 2 тыс. особей, обитающих на семи поселениях.

Как установлено Денисенко (1989), рост исландского гребешка в течение всей жизни невозможно описать одним уравнением, так как в первые 4–5 лет он близок к экспоненциальному, а затем замедляется. Однако для моллюсков старше 3 лет рост может быть удовлетворительно описан уравнением Берталанфи (Bertalanffi, 1938):

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}),$$

где  $L_t$  — высота раковины в возрасте  $t$ ,  $L_\infty$  — предельный размер раковины;  $K$  — константа, характеризующая скорость роста раковины;  $t_0$  — возраст, при котором высота раковины равнялась бы нулю.

Исходя из этого, расчет параметров уравнения по полученным нами данным был осуществлен для моллюсков в возрасте 3 лет и старше. Так как у гребешка наблюдались очень большие индивидуальные различия в темпах роста, параметры уравнения были рассчитаны по граничным ориентирам отдельно для особей с максимальным темпом роста (быстрорастущие моллюски), минимальным темпом роста (медленнорастущие моллюски), а также средние показатели роста.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

*Исследования роста комбинированным методом.* Максимальный возраст гребешка в выборках из разных скоплений Баренцева и Белого морей, определенный по меткам на лигаменте, варьировал от 23 до 34 лет (табл. 2); на большинстве скоплений он превышал 25 лет. Наименьший максимальный возраст моллюска наблюдался в мелководной губе Ура, наибольший — на Святоносском поселении. Состояние мягкого тела у большинства моллюсков в возрасте более 20 лет было обычным, однако у некоторых наиболее старых (более 30 лет) особей наблюдалась атрофия гонады, в то время как остальные органы мягкого тела имели нормальный вид. Очевидно, что

такие моллюски перестают размножаться, но остаются вполне жизнедеятельными.

Проведенные исследования выявили, что размеры высоты раковины одновозрастных моллюсков значительно варьировали как в пределах одного скопления, так и на разных скоплениях. У гребешков одного размера разница в возрасте обычно составляла от 3 до 10 лет, что обусловлено наличием в поселениях моллюсков с разным темпом роста. На всех скоплениях выявлены быстрорастущие и медленнорастущие особи. Неравномерность роста у исландского гребешка проявляется уже со второго-третьего годов жизни и с возрастом увеличивается.

Расчетный предельный размер высоты раковины ( $L_\infty$ ) у быстро- и медленнорастущих моллюсков отличается весьма значительно. На Святоносском поселении разница между гребешками одного возраста превышает 50 мм (рис. 2), а на остальных скоплениях — 20 мм. Наибольшие значения предельных размеров у быстрорастущих особей (более 120 мм) наблюдались на Святоносском поселении и в Воронке Белого моря.

На скоплениях, располагающихся в районе архипелага Семь Островов, губы Ура, Северо-Канинской и Гусиной банках, предельный размер высоты раковины моллюсков был меньше: 103–108 мм. А в поселениях гребешка, обитающих в восточной части Баренцева моря — на Канино-Колгуевском мелководье (а судя по размерному составу и в районе архипелага Новая Земля), — предельный размер быстрорастущих особей составлял около 90 мм. Темп роста гребешка в бассейне Белого моря был значительно меньшим, чем в Баренцевом море и Воронке Белого моря. Предельная высота раковины быстрорастущих особей в Онежском заливе достигала лишь 63 мм.

Предельные размеры высоты раковины у медленнорастущих гребешков были существенно меньшими, чем у быстрорастущих особей. На Святоносском поселении и в Воронке Белого моря они составляли соответственно 92,5 и 97,4 мм, а на других поселениях Баренцева моря варьировали от 75

**Таблица 2.** Параметры роста гребешка, вычисленные с помощью уравнения Берталанфи, в различных районах обитания гребешка Баренцева и Белого морей

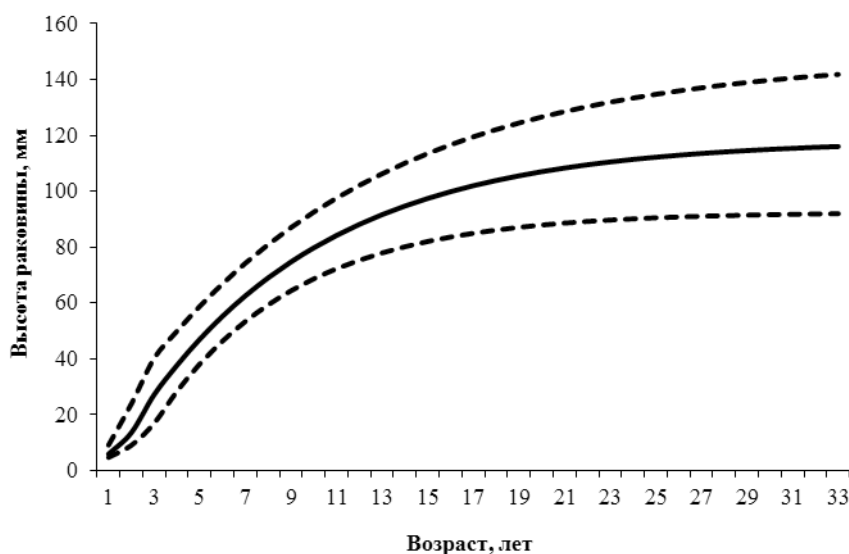
Район	Максимальный возраст, лет	Темп роста	Предельный размер $L_{\infty}$ , мм	$K$	$t_0$
Баренцево море					
Святоносское поселение	34	Средний	$118,3 \pm 1,2$	$0,123 \pm 0,005$	$0,88 \pm 0,170$
		Минимальный	$92,5 \pm 0,5$	$0,165 \pm 0,005$	$1,78 \pm 0,120$
		Максимальный	$148,1 \pm 2,2$	$0,095 \pm 0,005$	$-0,03 \pm 0,200$
Ура-губа	23	Средний	$89,6 \pm 1,2$	$0,265 \pm 0,018$	$1,91 \pm 0,142$
		Минимальный	$83,6 \pm 0,4$	$0,279 \pm 0,006$	$1,649 \pm 0,120$
		Максимальный	$95,9 \pm 1,4$	$0,401 \pm 0,041$	$2,09 \pm 0,174$
Архипелаг Семь Островов	26	Средний	$89,4 \pm 2,8$	$0,187 \pm 0,032$	$0,58 \pm 0,590$
		Минимальный	$80,4 \pm 3,6$	$0,139 \pm 0,002$	$0,60 \pm 0,570$
		Максимальный	$103,0 \pm 0,7$	$0,200 \pm 0,001$	$0,94 \pm 0,160$
Северо-Канинская банка	26	Средний	$96,7 \pm 1,1$	$0,152 \pm 0,007$	$1,29 \pm 0,151$
		Минимальный	$90,9 \pm 1,6$	$0,136 \pm 0,003$	$1,03 \pm 0,210$
		Максимальный	$107,7 \pm 0,7$	$0,141 \pm 0,005$	$1,10 \pm 0,150$
Гусиная банка	28	Средний	$92,6 \pm 1,2$	$0,148 \pm 0,080$	$1,17 \pm 0,188$
		Минимальный	$75,6 \pm 0,6$	$0,160 \pm 0,005$	$1,767 \pm 0,080$
		Максимальный	$103,0 \pm 0,9$	$0,171 \pm 0,008$	$1,12 \pm 0,150$
Канино-Колгуевское мелководье	25	Средний	$87,3 \pm 0,5$	$0,185 \pm 0,005$	$1,48 \pm 0,009$
		Минимальный	$84,6 \pm 2,6$	$0,144 \pm 0,018$	$1,34 \pm 0,399$
		Максимальный	$90,4 \pm 1,4$	$0,237 \pm 0,019$	$1,67 \pm 0,223$
О-в Медвежий	28	Средний	$74,2 \pm 0,2$	$0,145 \pm 0,020$	$1,462 \pm 0,043$
Белое море					
Воронка	33	Средний	$109,0 \pm 1,7$	$0,128 \pm 0,001$	$0,33 \pm 0,370$
		Минимальный	$97,4 \pm 1,9$	$0,131 \pm 0,012$	$1,17 \pm 0,380$
		Максимальный	$120,7 \pm 1,5$	$0,124 \pm 0,380$	$-0,44 \pm 0,380$
Онежский залив	32	Средний	$57,7 \pm 0,7$	$0,218 \pm 0,009$	$1,439 \pm 0,085$
		Минимальный	$62,7 \pm 2,6$	$0,123 \pm 0,012$	$1,529 \pm 0,191$
		Максимальный	$63,3 \pm 5,0$	$0,258 \pm 0,009$	$1,309 \pm 0,070$

**Примечание.** Здесь и табл. 4:  $K$  — константа, характеризующая скорость роста раковины;  $t_0$  — возраст, при котором высота раковины равнялась бы нулю.

до 90 мм. Предельный размер медленно-растущих моллюсков в Онежском заливе составлял лишь 57 мм.

В целом можно отметить, что рост гребешка в различных поселениях Баренцева

моря и в Воронке Белого моря довольно сходен. Предельные размеры быстро- и медленно-растущих особей в большинстве поселений имеют зону перекрытия. Однако в северной (севернее  $72^\circ$  с.ш.) и восточной (восточнее



**Рис. 2.** График линейного роста гребешка для Святоносского поселения: (—) — среднее значение, (---) — минимальные и максимальные значения сверху и снизу соответственно.

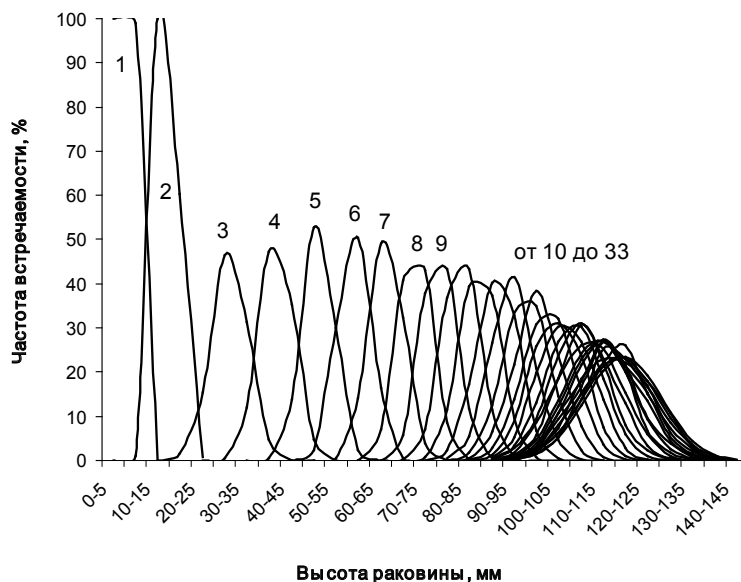
43° в.д.) частях Баренцева моря обитает более тугорослый гребешок, что, вероятно, обусловлено постоянной низкой температурой придонного слоя воды в этой части моря (Ozhigin et al., 2012).

Расчеты показали, что изменения высоты раковины у моллюсков одного возраста имеют характер нормального распределения (рис. 3), при этом размерные кривые особей разных поколений перекрываются. Зона перекрытия у молодых моллюсков относительно невелика, но затем она значительно увеличивается. При принятом в наших исследованиях делении гребешка на размерные классы с шагом 5 мм в один класс включаются особи разных поколений. С увеличением высоты раковины число поколений гребешков разного возраста в одном размерном классе значительно возрастает. Например, на Святоносском поселении моллюски крупнее 100 мм имеют возраст от 15 до 30 лет. Свойство нормального распределения высоты раковины у одновозрастных моллюсков позволяет рассчитать долю особей разного возраста в выделенных размерных классах и таким образом получить размерно-возрастной ключ для изучения возрастного состава

гребешка по его размерному составу. Поскольку характеристики роста на разных скоплениях гребешка имеют существенные различия, такой ключ нужно разрабатывать для каждого скопления. Автор рассчитал размерно-возрастной ключ для Святоносского поселения, где выполнено наибольшее число наблюдений (табл. 3). С помощью данной таблицы можно представить возрастную структуру гребешка поселения, зная размерный состав.

Как показывают расчеты, на Святоносском поселении в 1996–2012 гг. наибольшую долю составляли моллюски старше 20 лет. Их доля варьировала от 80 до 90% от общей численности в 1986–2000 гг. и в последующий период постепенно увеличивалась из-за отсутствия пополнения на большей части акватории.

Темп линейного роста гребешка значительно изменяется в течение жизни. Максимальный темп роста наблюдается у моллюсков в возрасте 4–6 лет, а в последующие годы рост раковины замедляется (рис. 4, а). У особей в возрасте старше 20 лет темп роста обычно составляет лишь доли миллиметра. Изменения темпа роста в течение жизни моллюска на всех поселения происходят



**Рис. 3.** Нормальные кривые частоты встречаемости гребешка поколений разного возраста из юго-восточной части Баренцева моря по размерным классам (возраст указан над вершиной кривой).

сходным образом, однако величина прироста отличается.

На Святоносском поселении наиболее высокий темп роста — от 9 до 15 мм в год — наблюдается у гребешка в возрасте 4–7 лет, а у быстрорастущих особей — 4–8 лет. В последующие годы рост раковины замедляется. Все моллюски старше 16 лет имеют годовой прирост не более 2 мм, а особи старше 20 лет — менее 1 мм.

На скоплениях гребешка, располагающихся в прибрежной зоне Кольского полуострова (губа Ура, район архипелага Семь островов), темп роста и предельные размеры высоты раковины несколько ниже, чем на Святоносском поселении. Полученные автором параметры роста весьма сходны с таковыми, полученными другими авторами для поселений моллюска в губах Баренцева моря (Ржавский и др., 2010) и в других районах прибрежной зоны Кольского полуострова (Песов, 2008).

Размерно-весовые соотношения гребешка характеризуются значительной неоднородностью, а масса одноразмерных моллюсков отличается в 1,5–2,0 раза. Автору не удалось установить, зависит ли вес моллюска от темпа его линейного роста. По-

этому все дальнейшие закономерности весового роста гребешка приведены для среднего соотношения, рассчитанного по собственным данным:

$$W = 0,0002H^{2,8745},$$

где  $W$  — общий вес моллюска, г, а  $H$  — высота раковины, мм.

Закономерность изменения весового прироста моллюска в течение его жизни была сходна с таковой для линейного роста, однако период максимального темпа прироста общего веса имеет больший временной промежуток (рис. 4, б). Наибольший весовой прирост среди моллюсков со средним темпом роста — более 10 г в год — наблюдается у особей в возрасте 6–13 лет, а у быстрорастущих особей — в возрасте 5–18 лет. У моллюсков с низким темпом роста весовой прирост в течение всей жизни не превышает 6 г в год.

При исследовании роста и возраста гребешка по двухнедельным чешуйкам на раковине установлено, что максимальная продолжительность жизни моллюска на разных скоплениях Баренцева моря в наших сборах составляет 17 лет. Предельный размер высоты раковины гребешков, рассчитанный по уравнению Берталанфи, на Святоносском

**Таблица 3.** Встречаемость особей гребешков разного возраста Святоносского поселения в зависимости от размерных классов, сгруппированных по высоте раковины с шагом 5 мм, %

Размерный класс, мм	Возраст, лет																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0–5	100	0															
5–10	98,95	1,05															
10–15		10,00	0														
15–20		60,38	39,62														
20–25		0,84	99,16	0													
25–30		22,91	76,19	0,90													
30–35		0	3,53	27,60	0												
35–40			9,06	89,80	1,13												
40–45			0,09	71,52	28,39	0											
45–50			0	8,05	87,88	4,07	0										
50–55				0	49,65	49,65	0,70	0									
55–60					3,64	75,09	21,12	0,16	0								
60–65					0	22,56	67,49	9,81	0,14	0							
65–70						0,75	40,55	51,02	7,32	0,36	0						
70–75						0	4,19	46,51	40,94	7,48	0,89	0	0				
75–80							0	8,29	42,15	35,58	11,21	2,37	0,41	0	0	0	
80–85								0,15	9,79	36,11	32,81	14,29	4,58	1,58	0,50	0,15	0,04
85–90								0	0,42	8,15	26,41	28,29	18,75	8,93	4,68	2,05	1,00
90–95									0	0,45	5,24	17,87	22,67	18,16	11,86	7,57	4,89
95–100										0	0,34	2,79	8,53	14,29	15,66	12,65	10,54
100–105											0	0,13	1,45	4,55	7,44	10,08	9,72
105–110												0	0,05	0,62	2,04	4,06	6,13
110–115													0	0,01	0,21	0,96	1,98
115–120														0	0	0,06	0,38
120–125																0	0
125–130																	
130–135																	
135–140																	
140–145																	

поселении достигает 222,4 мм, в Воронке Белого моря — 174,4 мм, на Канинской банке — 137,8 мм (табл. 4).

Темп роста гребешков, определенный этим методом, был значительно больше, чем описано выше при использовании комбинированного метода. Наиболее высокий темп роста — более 10 мм в год — на Святоносском поселении наблюдается на 3–8-е годы жизни моллюска, на Канинской банке и в Воронке Белого моря — с 3-го по 7-й годы. Максимальный прирост наблюдается у 4-летних гребешков. После достижения моллюском половой зрелости (7 лет и более) темп их роста снижается

незначительно, составляя 5–6 мм в год. Весовой прирост превышает 20 г в год у гребешков в возрасте 8 лет и старше.

Параметры роста гребешка, отмеченные нами и Денисенко (1989) с использованием этого метода, довольно сходны. Величину максимальной продолжительности жизни моллюска Денисенко (1989) не привел, указывая данные по росту гребешка до 20-летнего возраста. Такая же величина предельного возраста для исландского гребешка (20 лет) приводится и в монографии по всем гребешкам Мирового океана (Scallops..., 2006).

Таким образом, параметры роста и продолжительности жизни гребешка при



Таблица 3. Окончание

Размерный класс, мм	Возраст, лет															
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
0–5																
5–10																
10–15																
15–20																
20–25																
25–30																
30–35																
35–40																
40–45																
45–50																
50–55																
55–60																
60–65																
65–70																
70–75																
75–80																
80–85	0	0	0	0	0	0										
85–90	0,58	0,30	0,20	0,13	0,07	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90–95	2,79	1,89	1,53	0,94	0,74	0,58	0,45	0,45	0,45	0,33	0,23	0,23	0,23	0,16	0,16	0,16
95–100	8,08	5,36	3,80	3,50	2,36	1,98	1,64	1,25	1,25	1,02	1,09	0,83	0,83	0,88	0,66	0,66
100–105	9,44	8,43	7,45	5,80	5,77	4,29	3,80	3,34	3,34	2,90	2,30	2,50	1,97	1,97	1,67	1,67
105–110	6,95	7,78	8,01	7,93	6,76	6,26	5,94	5,58	4,63	4,28	4,78	3,92	3,56	3,56	3,95	3,20
110–115	3,61	4,80	5,75	6,00	6,60	6,99	7,09	7,13	7,09	6,99	5,96	5,79	6,60	5,57	5,57	5,30
115–120	0,96	2,10	2,74	4,49	5,24	6,94	6,89	7,41	6,98	7,32	7,61	8,98	7,84	7,99	7,99	8,07
120–125	0,17	0,64	1,31	1,91	3,56	3,97	5,41	5,67	7,98	8,91	9,86	8,86	9,67	10,45	10,45	11,18
125–130	0	0	0,25	0,81	1,44	2,33	3,63	5,44	6,08	7,24	8,54	9,98	11,54	14,50	13,22	15,00
130–135			0	0	0,19	0,77	1,78	3,46	5,38	6,80	9,07	11,26	13,85	12,91	15,68	18,85
135–140					0	0	0	0	3,78	5,94	5,94	8,75	12,37	16,09	20,72	26,41
140–145									0	0	0	0	0	13,38	31,35	55,27

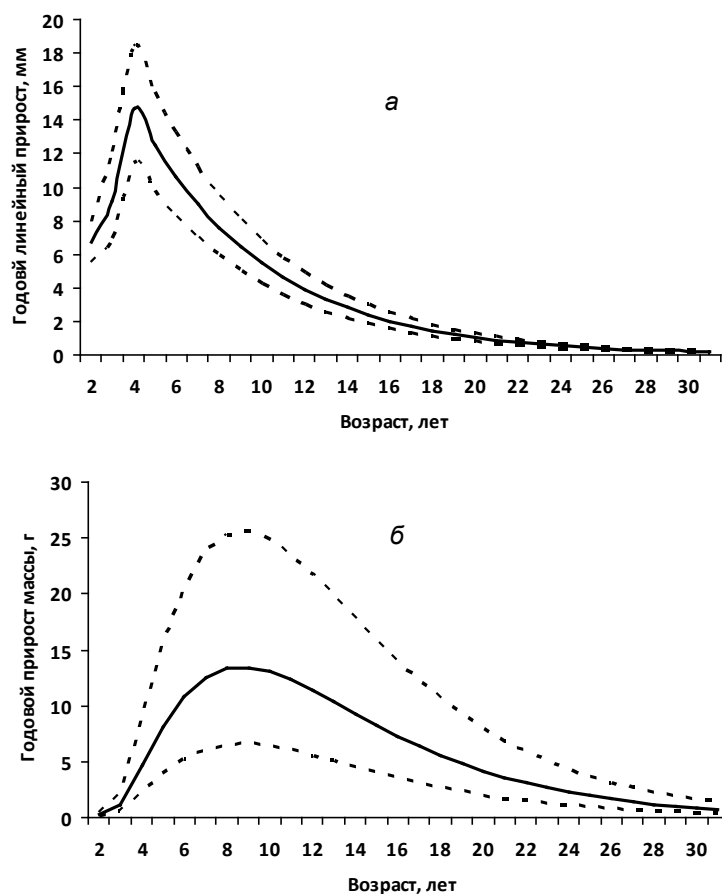
использовании разных методов определения возраста существенно отличались. При определении возраста по лигаменту максимальная продолжительность жизни моллюска оценивалась в 34 года, а по двухнедельным чешуйкам — не более 20 лет. Также значительно отличались значения предельного размера гребешка и коэффициенты уравнения Берта-ланфи, определенные разными методами.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно, основные параметры возраста и роста гребешка, полученные автором с использованием разных методик опреде-

ления возраста, значительно различались. Продолжительность жизни моллюсков, определенная по меткам на лигаменте, почти в два раза превышала таковую у особей, возраст которых определяли по скульптуре раковины. Весьма существенно отличались и параметры роста моллюска. Таким образом, возникает предположение о том, что один из методов является неверным и его не следует использовать при изучении возраста и роста исландского гребешка.

По мнению автора, правильным следует признать определение возраста моллюска по меткам на лигаменте, так как результаты, полученные с помощью этого метода,



**Рис. 4.** Изменение темпа линейного (а) и весового (б) роста гребешка на Святоносском поселении в течение жизни: (—) — среднее значение, (---) — минимальные и максимальные значения сверху и снизу соответственно.

**Таблица 4.** Средние параметры роста гребешка, рассчитанные с помощью уравнения Бергаланфи для различных поселений гребешка, возраст которых определен путем подсчета двухнедельных чешуек

Район	Максимальный возраст, лет	Предельный размер ( $L_{\infty}$ ), мм	$K$	$t_0$
Святоносское поселение	17	$222,4 \pm 2,0$	0,075	1,56
Воронка Белого моря	15	$174,4 \pm 4,4$	0,100	1,50
Канинская банка	16	$137,8 \pm 1,5$	0,140	1,73

достаточно хорошо описывают изменения размерной структуры гребешков на промысловых скоплениях Баренцева моря, которые ПИНРО исследует в течение длительного периода. Так, на графиках размерного состава гребешка Святоносского поселения в период 1991–2011 гг. (Золотарев, 2003, 2013) наблюдалось неуклонное смещение

кривой вправо, что обусловлено очень слабым оседанием молоди на 90% акватории скопления. При этом шаг смещения кривой составляет 1,0–1,5 мм в год, что примерно соответствует темпу группового роста гребешка старших возрастных поколений. Таким образом, мы наблюдали стабильное, очень слабо пополняющееся поселе-

ние, на котором массовое оседание молодежи гребешка происходило задолго до начала наших исследований. Предельный размер моллюсков, рассчитанный по уравнению Бергаланфи, достаточно хорошо соответствует максимальному размеру особей, обнаруженных нами в Баренцевом и Белом морях (Золотарев, 2003), — 151 мм.

В то же время возраст и рост гребешков, определенные по скульптуре раковины, плохо согласуются с нашими наблюдениями. За 20-летний период исследований мы должны были бы наблюдать полную смену популяции, так как максимальная продолжительность жизни моллюсков, определяемая этим методом, составляет лишь 20 лет. По мнению автора, метод определения возраста по скульптуре раковины (двухнедельным чешуйкам) достаточно объективно описывает возраст только в первые годы жизни, когда темп роста моллюсков довольно высокий и на раковине хорошо видны скульптурные возрастные отметки. У моллюсков с высотой раковины более 80 мм отметки на раковине наслаиваются друг на друга из-за снижения темпа роста, что не позволяет адекватно оценить их возраст. Невозможность определения возраста путем подсчета чешуек на раковине установлена и для дальневосточных гребешков (Силина, 1978).

Экспериментальное исследование роста исландского гребешка проведено только для молодежи в возрасте до 3 лет (Wallace, Reinses, 1985). Выращивание гребешка в культуре в течение нескольких десятилетий весьма трудоемко и никем не производилось. Таким образом, достоверно установленных возрастных регистрирующих структур на протяжении всей его жизни в настоящее время нет. При сравнении двух предложенных методов определения возраста исландского гребешка метод подсчета меток на лигаменте следует считать наиболее соответствующим реальным наблюдениям. В связи с этим для дальнейшего анализа характеристик роста гребешка автором использованы данные, полученные с помощью только этого метода.

Как показано выше, рост гребешка в разных поселениях Баренцева и Белого морей отличается. В Баренцевом море он, по-видимому, определяется гидрологическими условиями, в первую очередь температурным режимом вод. На обширном мелководье в юго-восточной части моря основные параметры роста гребешка в целом уменьшаются с запада на восток. Предельный размер раковины и темп линейного роста существенно, но не радикально снижаются в районах восточнее 42–43° в.д. и севернее 72° с.ш., где температура воды у дна в самый теплый период года не превышает 3°C, а зимой достигает отрицательных значений (Ozhigin et al., 2012). Наиболее высокий темп роста, максимальная продолжительность жизни и наибольшие предельные размеры моллюсков обнаружены у гребешка, обитающего на скоплении в районе м. Святой Нос, где, вероятно, термические условия наиболее оптимальны для исландского гребешка.

В Белом море наблюдаются резкие различия темпа роста гребешка, обитающего в Воронке и Онежском заливе. В Воронке рост моллюсков практически не отличается от такового для Баренцева моря, в то время как в Онежском заливе встречается только медленно растущий гребешок. По мнению автора, основной причиной таких различий является разница в солености вод: на большей части акватории Белого моря она значительно ниже, чем в Баренцевом море, а в водах Воронки соленость вод близка к таковой для Баренцева моря (Пантюнин, 1974; Елисов, 1998; Золотарев и др., 2011).

Используя полученные автором размерно-возрастные ключи, можно рассчитывать возрастную структуру гребешка в поселении по размерному составу, как это было сделано для азово-черноморской хамсы (Мельникова и др., 2010). Конечно, для получения результата, наиболее приближенного к реальному возрасту гребешка, необходимо регулярное пополнение материала, применяемого для расчетов.

Многолетние исследования размерной структуры гребешка в Баренцевом море

показывают, что в большинстве поселений в течение длительного времени наблюдается дефицит молоди (Золотарев, 2003, 2013), а стабильность поселений обеспечивается за счет весьма длительного периода жизни гребешка. Низкий темп линейного и весового роста старших возрастных групп гребешка и их резкое преобладание в общей численности на скоплениях в последние годы свидетельствуют о невысокой удельной продуктивности промысловых скоплений гребешка в Баренцевом и Белом морях, поэтому даже при небольшом уровне эксплуатации скоплений наблюдается их деградация (Золотарев, 2012). В то же время роль промысловых скоплений как источника личинок для возобновления популяции исландского гребешка может быть довольно велика. В связи с этим при его промысле необходимо использовать стратегию, позволяющую сохранять запас на скоплении. По мнению автора, промысел можно разрешить лишь на какой-то части скопления (например на 1/2–2/3 части акватории скопления), а на оставшейся — запретить. Однако следует иметь в виду, что в Баренцевом море в течение достаточно длительного времени на значительной по площади акватории могут существовать условия, неблагоприятные для оседания личинок гребешка. Вследствие высокой естественной смертности моллюсков старших возрастных групп промысловый запас гребешка на них будет снижаться без воздействия промысла, как это наблюдалось на большей части Святоносского поселения в 1996–2009 гг. (Золотарев, 2012).

### ВЫВОДЫ

1. Методика определения возраста исландского гребешка по отметкам на лигаменте лучше отражает его рост и изменения размерной структуры поселений, поэтому ее можно использовать в качестве основной при изучении возрастной структуры. Определение возраста по структурным элементам раковины (двухнедельным чешуйкам) зна-

чительно занижает возраст крупных моллюсков. Эту методику можно использовать для молодых моллюсков размером не более 80 мм.

2. Предельный возраст гребешка в поселениях Баренцева и Белого морей достигает 34 лет. Большая продолжительность жизни моллюсков обеспечивает стабильное существование поселений гребешка в течение длительного периода.

3. Максимальный линейный прирост раковины гребешка наблюдается в возрасте 4–8 лет, весовой прирост — 6–13 лет. Линейный прирост моллюсков в возрасте более 20 лет обычно составляет доли миллиметра, а весовой — доли грамма. Продуктивность поселений гребешка крупного размера незначительна.

4. Темп роста гребешка в Баренцевом море, вероятно, зависит в основном от температурного режима вод, а в Белом море — от солености вод.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Денисенко С.Г. Рост исландского гребешка *Chlamys islandica* (O.F. Müller) в Онежском заливе Белого моря // Повышение продуктивности и рациональное использование биологических ресурсов Белого моря. Л.: Наука, 1982. С. 38–39.

Денисенко С.Г. Экология и ресурсы исландского гребешка в Баренцевом море. Апатиты: Изд-во КолНЦ, 1989. 140 с.

Елисов В.В. Результаты исследования процессов энерго-, тепло-, соле- и водообмена Белого и Баренцева моря // Матер. VII Междунар. конф. «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря». СПб.: ЗИН РАН, 1998. С. 22–28.

Золотарев П.Н. Размерно-возрастная структура поселений исландского гребешка (*Chlamys islandica*) в Баренцевом и Белом морях // Тр. ВНИРО. 2003. Т. 142. С. 216–227.

Золотарев П.Н. Морфометрия раковины исландского гребешка (*Chlamys*

*islandica*, Pectinidae, Bivalvia) из Баренцева и Белого морей // Зоол. журн. 2010. Т. 89. № 10. С. 1200–1204.

Золотарев П. Н. Состояние запасов и промысел исландского гребешка (*Chlamys islandica*) в Баренцевом море и Воронке Белого моря в 1987–2009 гг. // Вопр. рыболовства. 2012. Т. 13. № 1 (49). С. 71–89.

Золотарев П. Н. Многолетние изменения размерной структуры исландского гребешка *Chlamys islandica* на Святоносском поселении (Баренцево море) // Там же. 2013. Т. 14. № 3 (55). С. 421–433.

Золотарев П. Н., Менис Д. Т., Самохина Л. А. Структура поселений исландского гребешка (*Chlamys islandica*) в Белом море // Там же. 2011. Т. 12. № 1 (45). С. 66–72.

Мельникова Е. Б., Бондарев В. А., Мурзин Ю. Л., Новоселова Ю. В. Размерно-возрастной азово-черноморской хамсы // Наук. зап. Тернопіл. нац. педуниверситету. Сер. біологічна. 2010. № 3 (44). С. 162–167.

Пантюнин А. Н. Некоторые особенности структуры вод Белого моря // Тр. Беломор. биостанции МГУ. 1974. Т. 4. С. 7–13.

Песов А. Э. Размерный и возрастной состав поселений исландского гребешка *Chlamys islandica* Müller, 1776 в прибрежных районах Мурманского берега Кольского полуострова // Вопр. рыболовства. 2008. Т. 9. № 2 (34). С. 344–353.

Ржавский А. В., Буяновский А. И., Бритаев Т. А. Биология исландского гребешка *Chlamys islandica* (Bivalvia, Pectinidae) и пространственно-временная организация его поселения в губах Восточного Мурмана // Успехи. современ. биологии. 2010. Т. 130. № 1. С. 63–79.

Силина А. В. Определение возраста и темпов роста приморского гребешка по скульптуре поверхности его раковины // Биология моря. 1978. № 5. С. 29–39.

Bertalanffy L., van. A quantitative theory of organic growth // Hum. Biol. 1938. V. 10. P. 181–213.

Frechette M., Daigle G. Growth, survival and fluctuating asymmetry of Iceland scal-

lops in test of density-depend growth in natural bed // J. Experim. Marine Biol. Ecol. 2002. V. 270. P. 73–91.

Johannessen O. H. Age determination in *Chlamys islandica* (O. F. Müller) // Astarte. 1973. V. 6. № 1. P. 15–20.

Ozhigin V. K., Ingvaldsen R. B., Løeng H. et al. Introduction to the Barents Sea // The Barents Sea: ecosystem, resources, management. Half a century of Russian-Norwegian cooperation. Ch. 2.1. Trondheim: IMR; PINRO, 2012. P. 39–76.

Pedersen S. A. Population parameters of the Iceland Scallop (*Chlamys islandica* (Müller)) from West Greenland // J. Northwest Atl. Fish. Sci. 1994. V. 16. P. 75–87.

Scallops: biology, ecology and aquaculture / Eds S. E. Shumway, G. J. Parsons. Amsterdam: Elsevier, 2006. 1500 p.

Segestråle S. G. Investigation on Baltic population of the bivalve *Macoma baltica* (L.) // Soc. Sci. Fenn. Comm. Biol. 1960. V. 23. № 2. P. 1–72.

Sundet J. H., Vahl O. Seasonal changes in dry weight and biochemical composition of the tissues of sexually maturity and immature Iceland scallops, *Chlamys islandica* // J. Marine Biol. Ass. UK. 1981. V. 61. № 4. P. 1001–1010.

Thorarinsdottir G. G. The Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Müller) in Breidafjörður, west Iceland. I. Spat collection and growth during the first year // Aquaculture. 1991. V. 97. P. 13–23.

Thorarinsdottir G. G. The Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Müller), in Breidafjörður, west Iceland. III. Growth in suspend culture // Ibid. 1994. V. 120. P. 295–303.

Wallace J. C. The culture of the Iceland scallop *Chlamys islandica* (O. F. Müller). 1. Spat collection and growth during the first year // Ibid. 1982. V. 26. № 3–4. P. 311–320.

Wallace J. C., Reinses T. G. Growth variation with age and water depth in the Iceland scallop (*Chlamys islandica*, Pectinidae) // Ibid. 1984. V. 41. Iss. 2. P. 141–146.

Wallace J. C., Reinses T. G. The significance of various environmental parameters for growth of the Iceland scallop *Chlamys islandica*

(Pectinidae), in hanging culture // *Aquaculture*. 1985. V. 44. Iss. 3. P. 229–242.

Wiborg K.F. Some observation on the Iceland scallop *Chlamys islandica* (Müller) in Norwegian water // *Fiskeridirektorates Skrift-*

*er. Ser. Havunddersøkelser*. 1963. V. 13. № 6. P. 38–53.

Wilbur K., Owen K. *Physiology of Mollusca*. V. 1. Growth. N.Y.; London: Acad. Press, 1964. P. 211–242.

**INVESTIGATIONS OF THE GROWTH OF *CHLAMYS ISLANDICA*  
IN THE BARENTS AND WHITE SEAS  
USING DIFFERENT AGE READING METHODS**

© 2016 y. P.N. Zolotarev

*Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Murmansk, 183038*

Basic on growth parameters of Iceland scallop from the Barents and White Seas have been investigated using three aging methods. The most reliable results have been obtained in the process of age determination using ligament. Shellfish has a maximum age of 34 years. Maximum rate of linear growth of Iceland scallop is observed at the age of 4–8 years, increase in weight – at the age of 6–13 years. Growth rate of shellfish in the Barents Sea depends mainly on the temperature conditions of waters and in the White Sea – on the salinity of the waters. Method for determination of age structure of the settlements according to the length composition has been proposed.

*Keywords:* Iceland scallop *Chlamys islandica*, the Barents Sea, the White Sea, growth parameters, maximum age.