

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ  
*MACOMA CALCAREA* (GMELIN, 1791) В СЕВЕРНЫХ МОРЯХ

POPULATION CHARACTERISTICS OF BIVALVE MOLLUSCS *MACOMA CALCAREA*  
(*GMELIN*) IN THE ARCTIC SEAS

**Лисицына Ксения Николаевна<sup>1</sup>, Герасимова Александра Владимировна<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского» ДВО РАН, Владивосток,*

<sup>2</sup> *Санкт-Петербургский государственный университет, кафедра ихтиологии и гидробиологии, Санкт-Петербург*

**Lisitsyna Kseniya Nikolaevna<sup>1</sup>, Gerasimova Alexandra Vladimirovna<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok*

<sup>2</sup> *St. Petersburg State University, Ichthyology and Hydrobiology Department, St Petersburg*

### **Введение**

В результате работы нескольких экспедиций в 2012-2014 годах значительные части акваторий Печорского, Карского и Лаптевых морей были охвачены сеткой станций, на которых проведены подробные гидробиологические исследования. Соответственно появилась возможность изучить экологические характеристики многих массовых представителей донной биоты, ранее обделенных вниманием ученых. Одним из таких видов являлись широко распространенные бореально-арктические циркумполярные двустворчатые моллюски *Macoma calcaria* (Gmelin, 1791). Они являются часто встречающимися представителями Bivalvia в инфауне всех северных морей России, иногда доминируют по биомассе в составе донных сообществ данного региона, образуют достаточно плотные (100 экз./м<sup>2</sup> и выше) поселения и отличаются сравнительно большой продолжительностью жизни – до 15-26 лет. Таким образом, популяционные характеристики этих моллюсков могут быть весьма показательны при экологическом мониторинге. По материалам выше названных экспедиций достаточно подробно изучены распределение и линейный рост *Macoma calcaria* в северных морях (Лисицына, Герасимова, 2018; Лисицына, Герасимова, 2021; Gerasimova et al., 2019). Представляемая работа посвящена обобщению всех ранее полученных данных.

Таким образом, цель исследования – сравнительный анализ распределения и линейного роста *Macoma calcaria* в Печорском, Карском и Лаптевых морях.

### **Материал и Методы**

В ходе экспедиций в 2012-2014 гг. *Macoma calcaria* были собраны вместе с другими представителями макрозообентоса с помощью дночерпателя Ван-Вина (3 повторности, площадь пробоотбора 0,1 м<sup>2</sup>). Анализ абиотических характеристик станций включал результаты океанографического зондирования (определение в придонном слое воды температуры, солености, растворенного кислорода, pH) и оценку гранулометрического состава донных отложений. Сравнение станций по абиотическим показателям проведено с использованием кластерного анализа и многомерного шкалирования (MDS).

Для изучения сопряженности в распределении *Macoma calcaria* и абиотических, и биотических характеристик станций применены кластерный анализ, MDS, корреляционный анализ (коэффициенты корреляции Спирмена и Пирсона) и тест Мантеля.

Все особи *Macoma calcaria* в пробах были измерены с точностью до 0,1 мм, их возраст и характер линейного роста определен в результате анализа внешней морфологии раковины и внутренних меток роста (по спилам раковины). В последнем случае створки раковин 47 особей были распилены от вершины к наиболее удаленному краю, спилы отшлифованы и отполированы (Рис. 1). Под бинокляром на спилах подмакушечных зубов замка подсчитывали количество меток роста. По итогам измерения наружных ростовых колец у 484 особей для изучения вариабельности скорости роста маком в анализируемых морях были построены индивидуальные и групповые возрастные ряды. Групповые возрастные ряды получены в результате усреднения размеров ростовых колец у отдельных особей на станциях. Сравнение возрастных рядов осуществлено в ходе анализа остаточных дисперсий относительно моделей роста (Максимович, 1989). В качестве модели роста использовали уравнение прямой линии.

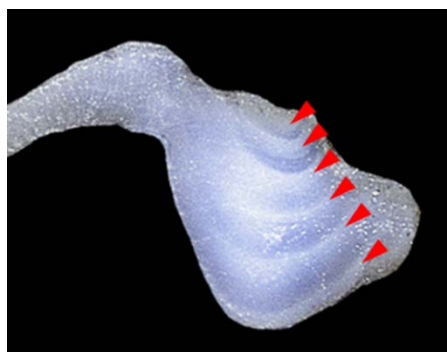


Рис. 1. Определение возраста *Macoma calcaria* из моря Лаптевых по спилам раковины. Возраст особи составил 8 лет, длина раковины 15,8 мм. Стрелками отмечены 6 нижних колец.

### Результаты и обсуждение

В целом *Macoma calcaria* были весьма широко распространены во всех анализируемых морях и играли доминирующую (субдоминирующую) по биомассе роль на значительных пространствах рассматриваемых акваторий. Не обнаружено существенных различий в показателях обилия маком во всех трех морях (Табл. 1). Тем не менее, предпочитаемые данным видом глубины и грунты в отдельных водоемах значительно отличались (см. Табл. 1). Пространственную гетерогенность показателей обилия моллюсков в исследуемых морях удалось связать только с характеристиками донных отложений, однако выявленные тенденции не совпадали в отдельных акваториях. Так, в Печорском и Карском морях наиболее массовые поселения маком приурочены к илистым биотопам (доля алевритов более 70-80 %), что сочетается с трофическими характеристиками моллюсков, являющихся детритофагами. В море Лаптевых же наибольших показателей обилия макомы достигали на станциях с преобладанием фракции мелкого песка (в среднем около 70 %).

Табл. 1. Показатели обилия *Macoma calcaria* и условия окружающей среды на станциях обнаружения маком.

Характеристики	Карское море	Печорское море	Море Лаптевых
Количество станций (в скобках общее количество станций)	37 (119)	30 (40)	35 (84)
Диапазон глубин, м	4 - 190	8 - 52,5	11 - 75
Температура, °С	-1,6 - 6,4	-1,7 - 10,7	-1,7 - 3,7
Соленость, ‰	30,6 - 33,8	24 - 33,5	25,3 - 34,8
Преобладающие фракции грунта	алевриты (около 80 %) и мелкий песок (около 20 %)	алевриты (около 34 %) и мелкий песок (около 55 %)	алевриты (около 70 %) и мелкие пески (около 27%)
Средняя численность, экз./м <sup>2</sup>	22±4,6 (3,3-120)	40 ±7,8 (3 - 19)	23±6,9 (3,3 - 233)
Средняя биомасса, г/м <sup>2</sup>	17±3,3 (0,03 - 86,2)	12±2,6 (0,003 - 57,5)	12±3,4 (0,007 - 101)

В результате анализа сопряженности в распределении *Macoma calcaria* с другими представителями макробентоса (таксонов с 50 % и более встречаемостью) практически не удалось обнаружить хотя бы один таксон, формирующий во всех рассматриваемых акваториях единую группировку с интересующим нас видом, или демонстрирующий с маками однонаправленную корреляцию в распределении показателей обилия во всех водоемах. Вполне вероятно, что сходство в распределении *Macoma calcaria* и некоторых представителей макробентоса — это результат не взаимодействия видов, а сходного отношения последних к условиям окружающей среды.

Результаты определения возраста *Macoma calcaria* по наружным и внутренним (по спилам раковины) кольцам в каждой из рассматриваемых акваторий оказались вполне сопоставимы (Рис. 2). Внутренние метки практически полностью дублировали наружные кольца, а в случае сильно эрозированных раковин анализ спилов был почти единственным способом относительно надежно определить возраст моллюсков. В итоге максимальная продолжительность жизни *Macoma calcaria* в рассматриваемых морях достигала 15-21 лет при размерах 30-37 мм.

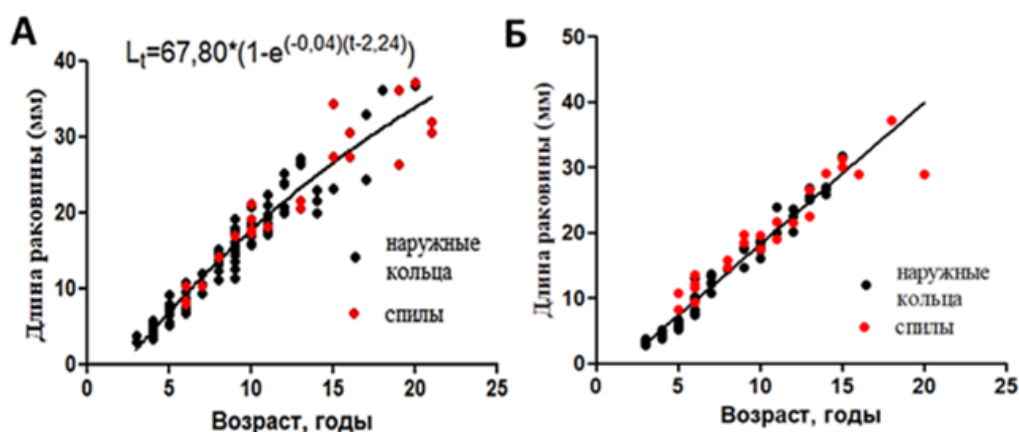


Рис. 2. Сравнение результатов оценки возраста *Macoma calcaria*, полученных по наружным и внутренним кольцам: А - в Карском море, Б - в море Лаптевых.

Вариабельность ростовых характеристик изучаемого вида, как в пределах отдельных акваторий морей, так и между водоемами оказалась практически не выражена. Не было выявлено достоверных различий в скорости группового роста ни в одном районе, не смотря на неоднородность условий (глубина, грунты) на станциях. Индивидуальные различия в скорости роста маком превышали размах различий групповых оценок, однако степень их выраженности была почти одинакова в каждой акватории. В отдельных морях было выделено, как правило, по две группы моллюсков с достоверно различающимися показателями роста (условно быстрорастущие и медленнорастущие), однако не обнаружено статистически значимых различий между данными группами в разных морях. Возможно, гетерогенность индивидуального роста в значительной степени определена индивидуальными особенностями начального периода роста моллюсков. Выявлена значимая линейная корреляция скорости роста маком в течение третьего года жизни от размеров второго ростового кольца (коэффициент ранговой корреляции Спирмена варьировал от 0.59 до 0.73).

Для каждого из рассматриваемых морей были построены онтогенетические модели группового роста *Macoma calcaria* (Рис. 3). В целом среднегодовая скорость роста моллюсков в течение первых 12-14 лет во всех рассматриваемых акваториях практически не

отличалась и была около 2 мм/год. Близкие результаты известны в отношении представителей данного вида и в прибрежных водах Западной Гренландии (Petersen, 1978).

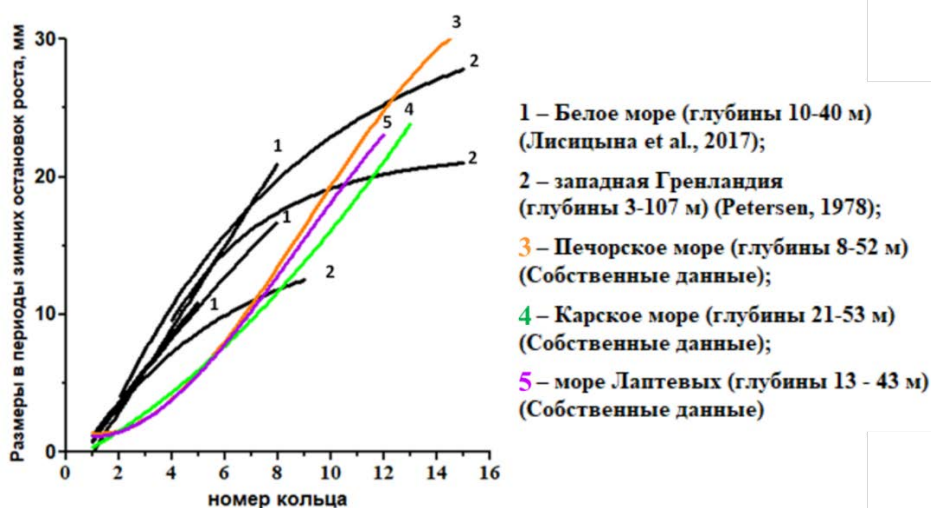


Рис. 3. Реконструкция линейного роста *Macoma calcaria* в различных частях ареала.

### Заключение

Проведенные исследования показали, что *Macoma calcaria* являлись характерным компонентом прибрежных (до 50 м) донных сообществ во всех изучаемых морях, иногда доминируя по биомассе. Однако наиболее плотные скопления маком в отдельных водоемах оказались приурочены к разным глубинам, что возможно следует рассматривать с точки зрения межпопуляционных различий вида. На данном этапе работы пространственную гетерогенность показателей обилия моллюсков в пределах предпочитаемых глубин удалось связать только с характеристиками грунта, при этом выявленные тенденции не совпадали в отдельных акваториях. Наиболее массовые поселения маком в Печорском и Карском морях приурочены к илистым биотопам, однако в море Лаптевых наибольших показателей обилия достигали моллюски на станциях с преобладанием фракции мелкого песка. Не выявлено влияния межвидовых отношений на распределение *Macoma calcaria*. Вариабельность ростовых характеристик маком, как в пределах отдельных акваторий рассматриваемых морей, так и между водоемами практически не была выражена. Наибольшие размер и возраст *Macoma calcaria* в анализируемых морях (30-37 мм и 15- 21 лет) в целом укладывались в известный для этого вида размах варьирования аналогичных показателей в разных частях ареала.

### Благодарность

Искренняя благодарность всем участникам экспедиций 2012-2014 годов за собранный материал.

### Список литературы

1. Лисицына, К.Н., Герасимова, А.В. Рост и распределение *Macoma calcaria* (Gmelin) в Карском море // Труды VII Международной научно-практической конференции “Морские исследования и образование (MARESEDU-2018)” в IV томах. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2018. Т. III. С. 418-421.
2. Лисицына, К.Н., Герасимова, А.В. Рост и распределение *Macoma calcaria* в море Лаптевых // КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА. Материалы VI Всероссийской научной конференции молодых ученых. Москва: Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, 2021. С. 276-277.
3. Лисицына, К.Н., Герасимова, А.В., Максимович, Н.В. Демэкологические исследования *Macoma calcaria* (Gmelin) в Белом море // XIII Всероссийская конференция с международным участием «Изучение, рациональное использование и охрана природных ресурсов Белого моря». Сборник материалов / Пугачев, О.Н., ред. Санкт-Петербург, 2017. С. 123-126.
4. Максимович, Н.В. Статистическое сравнение кривых роста // Вестник Ленинградского университета. Серия 3. 1989. Вып. 4. № 24. С. 18-25.

5. Gerasimova, A.V., Filippova, N.A., Lisitsyna, K.N., Filippov, A.A., Nikishina, D.V., Maximovich, N.V. Distribution and growth of bivalve molluscs *Serripes groenlandicus* (Mohr) and *Macoma calcarea* (Gmelin) in the Pechora Sea // *Polar Biology*. 2019. Vol. 42. N 9. P. 1685–1702.
6. Petersen, G.H. Life cycles and population dynamics of marine benthic bivalves from the Disko Bugt area of West Greenland // *Ophelia*. 1978. Vol. 17. N 1. P. 95-120.