



**X Международная научно-практическая конференция**

**«Морские исследования и образование»**

**X International conference  
«Marine Research and Education»**

**MARESEDU-2021**



**ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ / CONFERENCE  
PROCEEDINGS  
Том II(III) / Volume II(III)**

25-29 октября 2021г.

УДК [551.46+574.5](063)

ББК 26.221я431+26.38я431+28.082.40я431

T78

**Труды X Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2021)» Том II (III): [сборник]. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2021, 342 с.: ISBN 978-5-6047776-1-9.**

Сборник «Труды X Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2021)» представляет собой книгу тезисов докладов участников конференции, состоящую из трех томов. Сборник включает в себя главы, соответствующие основным секциям технической программы конференции: океанология, гидрология, морская геология, морская биология, геофизические исследования на акваториях, рациональное природопользование и подводное культурное наследие. Помимо основных секций на конференции были представлены секция научно-популярных фильмов и круглый стол "Плавающие университеты. России: новый виток развития", отдельный день работы конференции был отведен под международные сессии с участием ведущих иностранных ученых из Англии, Бельгии, Шотландии, США.

Все тезисы представлены в редакции авторов.

В рамках конференции участники обсудили состояние и перспективы развития комплексных исследований Мирового океана, шельфовых морей и крупнейших озер, актуальные проблемы рационального природопользования и сохранения биоразнообразия в водных пространствах, проблемы освоения ресурсов континентального шельфа, достижения науки в области морской геологии, современные подходы к исследованиям обширных акваторий дистанционными методами, проблемы устойчивого развития экосистем моря и прибрежной зоны, организацию и проведение комплексных экспедиционных исследований, преподавание «морских дисциплин», вопросы организации полевых практик студентов.

Подготовлено к выпуску издательством ООО «ПолиПРЕСС» по заказу ООО «Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова».

ООО «ПолиПРЕСС»

170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский пр-т, д. 7, пом. II polypress@yandex.ru

ООО «Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова».

РФ, 119234, г. Москва, ул. Ленинские Горы, д. 1, стр. 77

(495) 648-65-58/ 930-80-58

Все права на издание принадлежат ООО «Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова».

© ООО «Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова», 2021  
© ООО «ПолиПРЕСС»

УДК 574.3

РОСТ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ *SERRIPES GROENLANDICUS* (MOHR, 1786) В СЕВЕРНЫХ МОРЯХ: ВНУТРИВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ОТКЛИК НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ.

GROWTH OF BIVALVE *SERRIPES GROENLANDICUS* (MOHR, 1786) IN THE ARCTIC SEAS: INTRASPECIFIC DIVERSITY AND RESPONSE TO CLIMATIC CHANGE.

**Герасимова Александра Владимировна, Филиппова Надежда Андреевна, Саминская Александра Алексеевна, Максимович Николай Владимирович**

**Alexandra Vladimirovna Gerasimova, Nadezhda Andreevna Filippova, Alexandra Alekseevna Saminskaya, Nikolay Vladimirovich Maximovich**

*Санкт-Петербургский государственный университет, кафедра ихтиологии и гидробиологии*

*St. Petersburg State University, Biological Faculty, Department of Ichthyology and Hydrobiology*

## **Введение**

Широко распространенные высокобореально-арктические двустворчатые моллюски *Serripes groenlandicus* (Mohr, 1786) обитают во всех северных и дальневосточных морях России. Тем не менее, экологические свойства популяций данного вида изучены явно недостаточно, причем основная масса работ появилась только в конце 20-го и в первые десятилетия 21-го веков, прежде всего в связи с возможным практическим (промысловым) использованием популяций этих моллюсков. Мясо серрипесов обладает весьма высокой пищевой ценностью, они способны достигать значительных размеров (80-110 мм), а также формировать доступные для промысла относительно плотные поселения. Кроме того, в арктических и дальневосточных морях *S. groenlandicus* являются важным звеном трофических цепей – серрипесами питаются морские млекопитающие, птицы и демерсальные рыбы.

Следует отметить, что данный вид относится к весьма редким представителям Bivalvia, чей возраст весьма надежно и относительно легко можно определить по внешней морфологии раковины. Однако это не привело к всестороннему изучению закономерностей линейного роста серрипесов в природных акваториях. Наиболее велики оказались пробелы в изучении степени и причин индивидуальной вариабельности роста моллюсков. Отсутствие информации об особенностях индивидуального роста *S. groenlandicus* существенно затрудняет использование склерохронологического анализа раковин данного вида при реконструкциях климатических изменений в Бореарктике, довольно популярных в последние десятилетия. Цель данной работы - изучение внутригрупповой и межгрупповой вариации показателей линейного роста *S. groenlandicus* в северных морях.

## Материал и методы

Материалом для данной работы послужили итоги собственных многолетних наблюдений за тремя поселениями *S. groenlandicus* в Белом море (Кандалакшский залив, глубины 1-6 м), коллекции Зоологического института РАН и материалы экспедиций 2012, 2013 гг. в Печорское море (глубины 14-35 м). Коллекции Зоологического института включали сборы моллюсков на одной станции в Онежском заливе (Белое море, глубины около 6 м), семи станциях в Баренцевом море (глубины от 9 до 95 м) и на одной станции в Карском море (глубина 30 м). Закономерности линейного роста серрипесов в северных морях изучены в результате сравнения возрастных рядов, составленных по итогам анализа внешней морфологии раковины - измерений размеров раковины в периоды годовых остановок роста. Сравнение возрастных рядов осуществлено в ходе анализа остаточных дисперсий относительно кривых роста (Максимович, 1989). В качестве модели роста использована линейная модификация уравнения Берталанфи или в случае онтогенетической неполноты данных – уравнение прямой линии. Гетерогенность ростовых характеристик *S. groenlandicus* в пределах поселений оценивали по индивидуальным возрастным рядам, в разных местообитаниях - по групповым возрастным рядам. Индивидуальные различия в скорости роста представителей данного вида изучены только в Печорском море и в одном беломорском поселении в Кандалакшском заливе, объекте наиболее долговременных наблюдений (1989-2009 гг.). У моллюсков из последнего местообитания дополнительно исследованы межгодовые смещения в скорости роста. В анализе были использованы только те особи, для которых удалось определить точный возраст на момент поимки. Общий объем выборки - 270 особей в возрасте от 2 до 7 лет (материалы сборов 1989-2005 гг.). Для каждого моллюска определяли величины годовых приростов раковины, которые соотносили с определённым календарным годом. Далее были рассчитаны стандартизированные индексы роста (SGI), которые собой представляли отношение наблюдаемых годовых приростов раковины к соответствующим теоретическим, оцененным по модели роста (использована модель Берталанфи). Стандартизированные значения приростов за определенные календарные годы были усреднены, и в итоге построен многолетний ряд средних SGI для дальнейшего анализа. Вариабельность SGI сопоставляли с многолетней динамикой климатических и гидрологических показателей: ежегодных индексов Североатлантической осцилляции (NAO), Арктической осцилляции (AO), среднегодовой температуры воздуха, среднесезонной температуры воздуха, среднегодовой температуры поверхностной воды и на глубине 5 м, среднесезонной температуры поверхностной воды и на глубине 5 м. Данные по климатическим индексам и температуре воздуха были получены из доступных интернет-источников. Сведения по температуре воды в районе исследования любезно предоставлены сотрудниками Беломорской Биологической Станции Зоологического института РАН. Изучение связи скорости роста *S. groenlandicus* с климатическими и гидрологическими показателями проведено с помощью корреляционного анализа.

## Результаты и обсуждение

Продолжительность жизни *S. groenlandicus* в анализируемых местообитаниях варьировала от 5 лет до 28 лет при максимальных размерах особей от 26 до 73 мм. Самые крупные размеры и наиболее длинный жизненный цикл оказались свойственны моллюскам из Баренцева моря – 73 мм и 28 лет соответственно. В Белом море продолжительность жизни моллюсков существенно меньше – наибольший возраст пойманных живых экземпляров не превышал 12 лет, а максимальные размеры 63 мм. В Онежском заливе Белого моря были

найлены створки раковины *S. groenlandicus* размером около 79 мм (ориентировочный возраст особи около 18 – 20 лет).

Характеристики группового (среднего) роста серрипесов оказались весьма чувствительны к условиям окружающей среды. При этом гетерогенность поселений по средней скорости роста особей в пределах достаточно локальной акватории может быть вполне сопоставима с эффектами географической вариации ростовых показателей данного вида. Так, вариабельность скорости роста *S. groenlandicus* в Белом море (от 3,6 до 10 мм/год в течение первых пяти лет) охватывала почти все разнообразие ростовых показателей этого вид в ареале (при объединении собственных и литературных данных) (Рис. 1). По темпу роста наиболее быстрорастущие беломорские серрипесы уступали только моллюскам из прибрежных вод Канады (Kilada et al., 2007) и из северных районов Берингова моря (Khim, 2001). В обнаруженные различия группового роста серрипесов в пределах локальной акватории, по-видимому, логично видеть отражение особенностей биотопов, определяющих, прежде всего, условия питания моллюсков. Возможно, условия питания являются определяющими и в эффектах географической гетерогенности роста этих *Vivalvia*, а температурные характеристики акваторий оказывают лишь опосредованное влияние на рост этих животных, воздействуя на условия питания. Фильтрующие сестонофаги *S. groenlandicus* в зависимости от глубины обитания питаются преимущественно либо фитопланктоном, либо фитодетритом (Денисенко, 2014). Соответственно, продолжительность периода вегетации фитопланктона, определяемая в значительной степени температурным режимом акватории, может иметь серьезное значение для ростовых показателей этих моллюсков. В Белом море период вегетации фитопланктона длится около 6 месяцев (с мая по октябрь), а по уровню первичной продукции этот водоем среди арктических морей уступает только южным прибрежным наиболее продуктивным районам Баренцева моря (Бергер, 2007). Кроме того, наилучшие условия питания для представителей данного вида складываются, по-видимому, на малых глубинах, где до дна доходит больше живого фитопланктона и продуцируемого фитодетрита, более интенсивное перемешивание вод. Косвенной оценкой гидродинамических условий могут служить и характеристики донных отложений (например, гранулометрический состав грунта). Очевидно, неслучайно наибольшей скоростью роста (9-10 мм/год в первые пять лет жизни) отличались беломорские *S. groenlandicus*, обитающие на самых мелководных участках (глубина 1-3 м), в донных отложениях которых практически отсутствовали мелкозернистые фракции (алевриты и пелиты). Аналогично, в Печорском море наиболее медленным ростом отличались серрипесы не только с самых глубоководных станций, но и на станциях, в донных отложениях которых отмечено наибольшее содержание мелкозернистых фракций (алевриты).

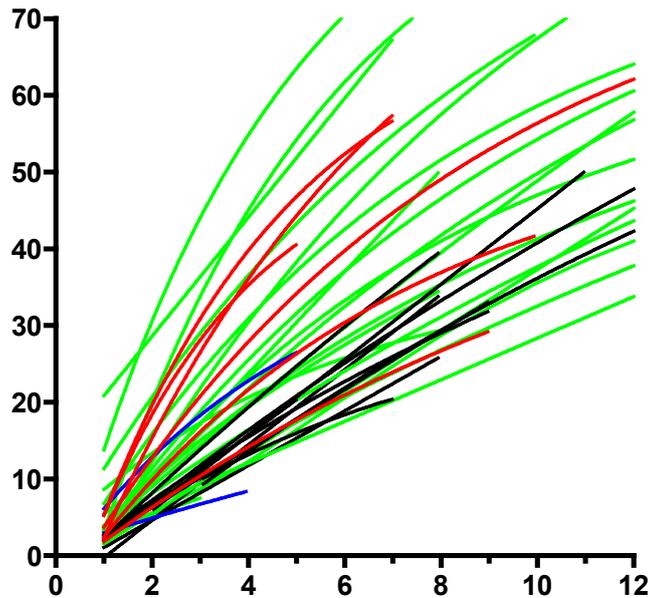


Рис. 1. Реконструкция линейного роста *Serripes groenlandicus* в разных частях ареала: красным (Белое море) и черным (Баренцево и Карское моря) цветами выделены кривые роста, построенные по собственным данным, зеленым (Северная Атлантика, Баренцево море и Берингово море) и синим (Белое море) цветами – кривые роста, построенные по литературным данным.

Индивидуальные различия в характере роста *Serripes groenlandicus* либо немного уступали групповым (Белое море), либо были вполне сопоставимы (Печорское море). Среди моллюсков из Белого и Печорского морей было выделено 2-3 группы особей, характер роста которых имел достоверные отличия. В индивидуальной гетерогенности ростовых показателей серрипесов прослеживалось очевидное влияние начальных (ко второму-третьему сезонам роста) размеров моллюсков на темп их роста впоследствии. Возникновение различий в начальных размерах у *S. groenlandicus* могло быть вызвано разновременностью появления молоди в донных местообитаниях из-за продолжительного периода размножения в северных морях. Изучение межгодовых колебаний ростовых показателей беломорских *S. groenlandicus* с помощью стандартизированного индекса роста (*SGI*) показало, что его значения на протяжении 17 лет варьировали гораздо в меньших пределах (по максимуму в 1,5 раза) по сравнению с описанными в литературе. При этом аналогично результатам исследователей, у беломорских моллюсков отмечено подобие колебательного характера изменений *SGI* с похожей периодичностью - 4-7 лет. Однако чередование периодов «быстрого» и «медленного» роста *Serripes groenlandicus* удалось связать не с крупномасштабными региональными климатическими явлениями (колебаниями индексов NAO, AO), а только лишь с локальными колебаниями климатических и гидрологических условий. Отмечена статистически значимая положительная корреляция *SGI* и температуры воздуха (воды) в весеннее время, а также и среднегодовой температуры воздуха.

### Заключение

Таким образом, характеристики линейного роста *Serripes groenlandicus* оказались весьма чувствительны к условиям окружающей среды и могут быть вполне использованы как индикатор их изменений. Однако, на наш взгляд, наиболее эффективным в этом случае является анализ групповых показателей роста как объединенной реакции поселений серрипесов на условия окружающей среды. Что же касается возможности использования

склерохронологического анализа раковин данного вида при реконструкциях климатических изменений, то это представляется весьма проблематичным и вследствие относительно слабо выраженных межгодовых смещений скорости роста, и с учетом определяющего влияния на скорость роста на протяжении онтогенеза особенностей начального периода роста.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ 18-05-60157.

### **Благодарность**

Искренняя признательность руководству Учебно-научной базы «Беломорская» за предоставленную возможность сбора материала, сотрудникам Зоологического института РАН за материалы коллекций и данные по многолетней динамике температуры воды.

### **Список литературы**

1. Бергер, В.Я. Продукционный потенциал Белого моря. Санкт-Петербург: ЗИН РАН, 2007. 292 с. (Исследования фауны морей. Вып. 60 (68)).
2. Денисенко, С.Г. Климатическая обусловленность роста двустворчатых моллюсков *Serripes groenlandicus* Bruguiere, 1789 в юго-восточной части Баренцева моря // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2014. Т. 7. № 1. С. 57-72.
3. Максимович, Н.В. Статистическое сравнение кривых роста // Вестник Ленинградского университета. Серия 3. 1989. Вып. 4. № 24. С. 18-25.
4. Khim, B.K. Stable isotope profiles of *Serripes groenlandicus* shells. II. Occurrence in Alaskan coastal water in south St. Lawrence Island, northern Bering Sea // Journal of Shellfish Research. 2001. Vol. 20. N 1. P. 275-281.
5. Kilada, R.W., Roddick, D., Mombourquette, K. Age determination, validation, growth and minimum size of sexual maturity of the Greenland smoothcockle (*Serripes groenlandicus*, Bruguiere, 1789) in eastern Canada // Journal of Shellfish Research. 2007. Vol. 26. N 2. P. 443-450.