

УДК 574.34

Рубрика 34.35.17

О ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ПОПУЛЯЦИЙ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ *ARCTICA ISLANDICA* (LINNAEUS, 1767) В БЕЛОМ МОРЕ: В ЧЕМ ПРИЧИНА МНОГОЛЕТНИХ ПЕРЕРЫВОВ В УСПЕШНОМ ПОПОЛНЕНИИ ПОСЕЛЕНИЙ?

ABOUT REPRODUCTION OF BIVALVE POPULATIONS OF *ARCTICA ISLANDICA* (LINNAEUS, 1767) IN THE WHITE SEA: WHAT IS THE REASON FOR LONG-TERM INTERRUPTIONS IN THE BED SUCCESSFUL RECRUITMENT?

Герасимова, Александра Владимировна¹, Флячинская, Людмила Павловна², Лезин Петр Андреевич², Филиппова, Надежда Андреевна¹, Кудряшова, Александра Сергеевна³, Максимович, Николай Владимирович¹

¹ – Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

² – Зоологический Институт РАН, г. Санкт-Петербург

³ – Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск

Gerasimova, Alexandra Vladimirovna¹, Flyachinskaya, Lyudmila Pavlovna², Lezin Petr Andreevich², Filippova, Nadezhda Andreevna¹, Kudryashova, Alexandra Sergeevna³, Maximovich, Nikolai Vladimirovich¹

¹ - St. Petersburg State University, St. Petersburg

² – Zoological Institute of Russian Academy of Sciences, St. Petersburg

³ - Polar branch of “VNIRO” (“PINRO” named after N.M.Knipovich), Murmansk

Введение

С конца 20-го – начала 21-го веков двустворчатые моллюски *Arctica islandica* (Linnaeus, 1767) приобрели известность благодаря принадлежащим им двум рекордам – максимальной продолжительности жизни среди неколониальных животных (свыше 500 лет) (Butler et al., 2013) и самой медленной скорости роста взрослых организмов (Witbaard et al., 1999). Крайнее долголетие *A. islandica* в сочетании с их широким распространением и обитанием в самых разнообразных условиях позволяет рассматривать данный вид как модельный объект для изучения проблем старения организмов и проведения долговременного мониторинга динамики популяций.

Характерной чертой размерной структуры локальных популяций *A. islandica* в различных частях ареала являлось преобладание на протяжении многих лет крупных особей, по-видимому, старших возрастов и почти полное отсутствие молодых моллюсков. Такая ситуация могла быть обусловлена нерегулярностью пополнения поселений или (и) низкой выживаемостью молодежи. Отсутствие успешного пополнения поселений на протяжении десятилетий известно для атлантических популяций данного вида (Powell, Mann, 2005). Теоретически причиной последнего могут быть межгодовые вариации в репродуктивном успехе популяций. К значимому этапу в воспроизводстве популяций гидробионтов относится цикл гаметогенеза половозрелых особей. К настоящему времени цикл гаметогенеза *A. islandica* относительно подробно описан в североатлантических и балтийских популяциях, в то время как в Белом море многие свойства популяций данного вида остаются слабо изученными. В современный период Белое море является восточной

границей ареала распространения *A. islandica*, где местные условия обитания, прежде всего соленостные градиенты, существенно отличаются от других местообитаний. Скорость роста и продолжительность жизни этих моллюсков в Белом море значительно ниже, чем в большинстве районов распространения вида (Герасимова и др., 2017). Соответственно, есть основания предполагать и специфику репродуктивной экологии беломорских арктик. Даже известно мнение, что беломорская популяция вида представляет особую репродуктивную физиологическую расу, приспособившуюся к местным суровым условиям (Кауфман, 1977). С 1984 года силами студентов и сотрудников кафедры ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского Государственного Университета изучается динамика структуры поселения *A. islandica* в типичном для этих моллюсков местообитании в Белом море – илисто-песчаная с примесью камней бенталь на глубинах 10-15 м (Герасимова и др., 2017). Были выявлены длительные (более 30 лет) перерывы в успешном пополнении поселения. Дополнительно в течение летних сезонов пяти лет предпринято изучение цикла гаметогенеза беломорских *A. islandica*, итогам которого и посвящена представляемая работа. Особое внимание в этом изыскании уделено межгодовым смещениям в сезонной динамике развития гонад.

Материал и методы исследования

Материал собран на Учебно-Научной Базе «Беломорская» Санкт-Петербургского Государственного университета, расположенной в устье губы Чупа (Кандалакшский залив, Белое море). Изучение цикла гаметогенеза *Arctica islandica* проведено по итогам исследований в весенне-летний сезон в 1983, 1984, 2011, 2015 и 2017 гг. Во все годы наблюдений моллюски были пойманы с помощью драги у острова Матренин (участок вблизи биостанции) преимущественно на глубинах 10-15 м. Из дражных сборов отбирали половозрелых особей - размерами более 30 мм. В 1983, 1984, 2011 и 2017 гг. арктик собирали с интервалами 7-27 дней, начиная с конца мая (1983, 1984) – июня (2011, 2017) до конца июля (1983), середины августа (1984 и 2011) и первой декады сентября (2017). В 1983 году дополнительно были пойманы особи *A. islandica* в начале октября. В 2015 г. материал собран только в конце июля и середине августа для уточнения состояния гонад моллюсков в конце летнего периода. Общий объем материала за все годы наблюдений составил 379 особей, гонады которых обработаны гистологически. В результате микроскопического анализа гистологических срезов гонад моллюсков определяли стадии зрелости гонад и оценивали процентное соотношение моллюсков на разных стадиях зрелости в каждую дату наблюдения. В представленной работе использовали пятибалльную шкалу зрелости гонад, примененную для описания репродуктивного цикла *A. islandica* у северо-западного побережья Исландии (Thorarinsdottir, 2000): ранняя активная стадия (I), поздняя активная стадия (II), преднерестовая стадия (III), нерест (IV) и посленерестовая стадия (V). Все гистологические препараты были сфотографированы при увеличениях x100 и x400 с помощью оснащенного цифровой камерой микроскопа Leica. По фотографиям с использованием программы ImageJ оценивали размерные характеристики ооцитов. Всего было измерено 2794 ооцитов. Регулярных наблюдений за температурой и соленостью воды в изучаемом районе не проводили. Однако сотрудники Биологической Станции Зоологического института РАН любезно поделились результатами ежедекадных круглогодичных измерений температуры и солености на глубинах от 0 до 65 в устье губы Чупа за 1983-2017 гг. ("Многолетний мониторинг гидрологии и зоопланктона в Белом море: Картеш Д1"). Выполненные нами эпизодические измерения температуры воды на участке наблюдений вполне соответствовали этим данным. В итоге появилась возможность в

каждый сезон наблюдения сопоставить сезонные изменения состояния гонад *A. islandica* с динамикой температуры воды на соответствующих глубинах.

Результаты и обсуждение

Анализ цикла гаметогенеза *A. islandica* в 1983, 1984, 2011 и 2017 годах показал следующее (Рис. 1):

1. До конца мая состояние гонад большинства проанализированных особей (60-80 %) соответствовало первой стадии зрелости. У самок ооциты относительно мелкие, их диаметр, как правило, не превышал половины от максимального (60-70 мкм), прикреплены ооциты к стенкам ацинусов с помощью стебельков.

2. В июне, а в 1984 году и в начале июля, преобладали особи с гонадами на второй стадии зрелости. Отмечено уменьшение соединительной ткани между ацинусами, просветы ацинусов еще относительно свободны. Ооциты крупнее, чем на предыдущей фазе, но, как правило, по-прежнему прикреплены к стенкам ацинусов.

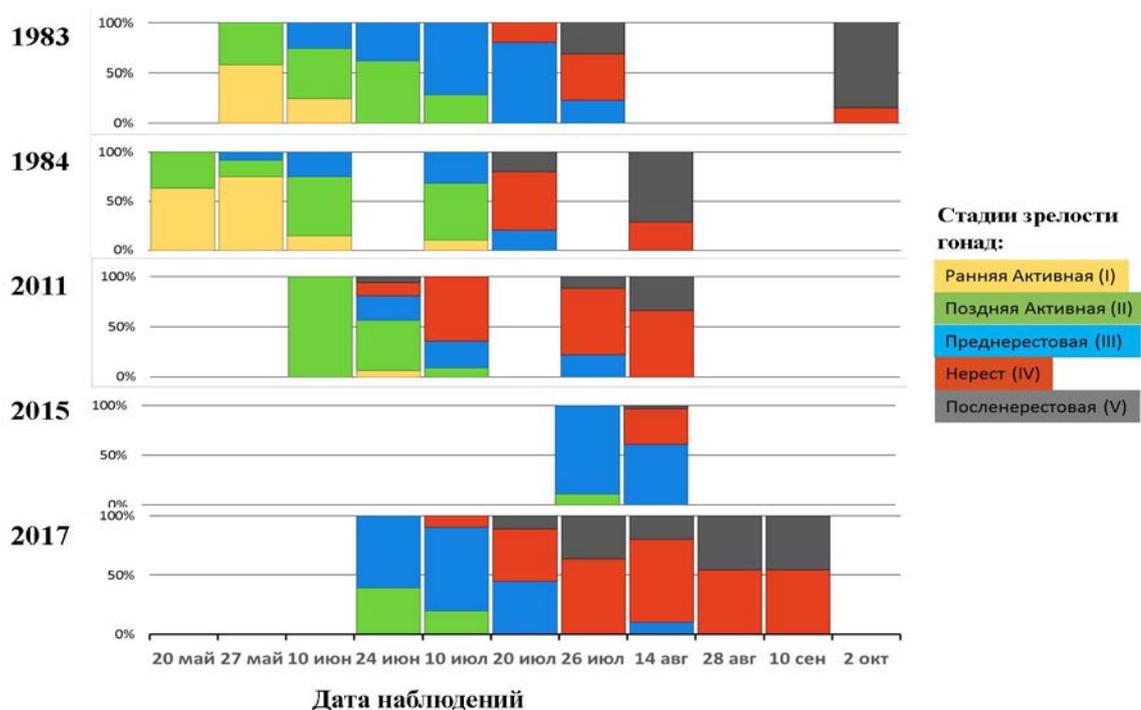


Рис. 1. Процентное соотношение особей *Arctica islandica* на разных стадиях зрелости гонад в 1983, 1984, 2011, 2015 и 2017

3. Моллюски в преднерестовом состоянии (третья стадия зрелости гонад) пойманы с первой половины июня, однако составляли значительный процент среди изученных особей в основном с конца июня до второй половины июля. У самок просветы ацинусов заполнены крупными, отделенными от базальной мембраны ооцитами. Большинство ооцитов на этой стадии достигали максимальных отмеченных размеров – более 60 мкм.

4. Моллюски, состояние гонад которых соответствовало стадии частичного нереста, отмечены начиная с конца июня (2011 год) и до октября (данные 1983 г.), но в основном преобладали в сборах разных лет со второй половины июля - в первой половине сентября. Наблюдалось частичное опустошение ацинусов.

5. Начиная с конца июля среди пойманных особей постепенно увеличивалось количество арктик в посленерестовом состоянии (стадия V). В середине августа 1984 г. их число

достигало почти 70 % анализируемых моллюсков, летом 2017 года они преобладали в сборах в конце августа – начале сентября, в октябре 1983 г. их доля достигала почти 90 %. На данной стадии ацинусы в значительной степени опустошены, осталось немного невыметанных гамет. Иногда гонады существенно заполнены соединительной тканью.

В целом, по данным четырех лет наблюдений нам не удалось выявить значительных межгодовых смещений в цикле гаметогенеза *Arctica islandica*, не смотря на некоторые различия температурных условий разных лет. Диапазон значений температуры воды, при котором осуществлялась основная нерестовая активность представителей данного вида в Белом море, оказался сравнительно широк (9-15⁰С) и в целом соответствовал таковому для популяций *A. islandica* в водах Северной Атлантики (Thorarinsdottir, 2000). Размеры зрелых ооцитов (как средние, так и максимальные) у беломорских арктик были близки аналогичным данным моллюсков из североатлантических популяций (Thorarinsdottir, 2000). Максимальный диаметр ооцитов по нашим материалам составил 92-95 мкм, в основной массе зрелые ооциты имели размеры 60-70 мкм. Соответственно, на данном этапе исследований у нас нет оснований рассматривать беломорскую популяцию *A. islandica* как особую репродуктивную физиологическую расу. Однако в 2015 году из-за холодного лета первые отнерестившиеся особи были пойманы лишь в августе. В этот сезон в конце июля вода на глубинах 10-15 м прогрелась лишь до 8⁰С, и не было обнаружено ни одной особи в состоянии частичного вымета гамет (см. Рис. 1). Моллюски в состоянии частичного вымета гамет были обнаружены только в середине августа по достижению температуры придонной воды 10⁰С, однако их количество уступало числу арктик с гонадами на третьей стадии зрелости (40 и 60 % соответственно). Известно, что развитие *A. islandica* происходит с метаморфозом, через планктонную личиночную стадию, длительность которой зависит от температуры воды (Lutz et al., 1982). В Белом море исследование личиночного развития *A. islandica* было предпринято в магистерской диссертации Диамант А.А. (2012). В этой работе длительность личиночной пелагической стадии развития представителей данного вида оценивалась примерно в 40 дней. Соответственно, неизвестно, смогли ли личинки завершить метаморфоз в условиях уже наступившего осеннего похолодания. На данном этапе исследований не ясно, какие последствия для формирования новой генерации *A. islandica* (т.е. пополнения) может иметь столь поздний нерест, не приводит ли это к почти полной утрате очередного пополнения, и насколько часто наблюдаются подобные ситуации.

Заключение

Таким образом, особенности репродуктивного цикла *Arctica islandica* в Белом море оказались близки таковым в других районах распространения данного вида. Моллюски в состоянии нереста обнаружены в основном со второй половины июля и до октября при температуре придонной воды 9-15⁰С. Размеры зрелых ооцитов (как средние, так и максимальные) у беломорских арктик были близки аналогичным данным моллюсков из североатлантических популяций. При этом отмечены существенные межгодовые смещения нерестовой активности *A. islandica* как отражение межгодовых изменений гидрологических характеристик.

Благодарность

Авторы выражают искреннюю благодарность студентам и сотрудникам кафедры ихтиологии и гидробиологии СПбГУ за неоценимую помощь в сборе и обработке материала, сотрудникам Беломорской Биологической Станции Зоологического института РАН за

предоставленные материалы по гидрологии губы Чупа, а также руководству Учебно-научной базы «Беломорская» за предоставленную возможность выполнения данной работы.

Список литературы

1. Герасимова, А.В., Григорьева, А.С., Максимович, Н.В. Механизмы организации поселений *Arctica islandica* (Linnaeus, 1767) в Белом море: многолетняя ротация или мнимая стационарность // Материалы XX научного семинара «Чтения памяти К.М.Дерюгина». Санкт-Петербург, 2017. С. 35-57.
2. Диамант, А.А. Репродуктивная экология двустворчатых моллюсков *Arctica islandica* L. в Белом море: Магистерская диссертация. Санкт-Петербург, 2012. 89 с.
3. Кауфман, З.С. Особенности половых циклов беломорских беспозвоночных. Л.: Наука, 1977. 265 с.
4. Butler, P.G., Wanamaker, A.D., Scourse, J.D., Richardson, C.A., Reynolds, D.J. Variability of marine climate on the North Icelandic Shelf in a 1357-year proxy archive based on growth increments in the bivalve *Arctica islandica* // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2013. Vol. 373. P. 141-151.
5. Lutz, R.A., Mann, R., Goodsell, J.G., Castagna, M. Larval and early post-larval development of *Arctica islandica* // *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 1982. Vol. 62. N 1. P. 745-769.
6. Powell, E.N., Mann, R. Evidence of recent recruitment in the ocean quahog *Arctica islandica* in the Mid-Atlantic Bight // *Journal of Shellfish Research*. 2005. Vol. 24. P. 517-530.
7. Thorarinsdottir, G.G. Annual gametogenic cycle in ocean quahog, *Arctica islandica* from north-western Iceland // *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 2000. Vol. 80. P. 661-666.
8. Witbaard, R., Duineveld, G.C.A., Wilde, P., de. Geographical differences in growth rates of *Arctica islandica* (Mollusca; Bivalvia) from the North Sea and adjacent waters // *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 1999. Vol. 79. P. 907-915.