

РЕАКЦИЯ ДВУХСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *MACOMA BALTHICA* НА ПОВЫШЕННУЮ ПЛОТНОСТЬ ПОСЕЛЕНИЯ

А.С. Молодцова¹, Д.В. Молодцов²

¹Эколого-биологический центр «Крестовский остров», Санкт-Петербург, Россия

²Политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

RESPONSE OF *MACOMA BALTHICA* BIVALVE MOLUSCS TO THE INCREASED DENSITY OF SETTLEMENT

A.S. Molodtsova¹, D.V. Molodtsov²

¹«Krestovsky Island» Ecological and Biological Centre, St. Petersburg, Russia

²Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

*Работа посвящена определению связи миграционного поведения двустворчатого моллюска *Macoma balthica* с плотностью поселения. Исследования были проведены в Белом море на острове Рязжков. Выявлено, что миграционное поведение запускается при приблизительно удвоенной естественной плотности.*

*The paper is devoted to determining the correlation of the migration behavior of the bivalve mollusk *Macoma balthica* with its density of settlement. The research was made in the White Sea on Ryazhkov island. It is revealed that the migration behavior starts under approximately doubled natural density.*

Macoma balthica - двустворчатый моллюск, широко распространённый на литорали и в сублиторали северных морей. Встречается в илисто-песчаных грунтах разной степени заиления, реже – в песчаных [1]. Этот моллюск является детритофагом.

Для данного вида характерна высокая изменчивость плотности поселения как в пространстве, так и во времени. Основной причиной изменений плотности *M. balthica* является пополнение их поселений молодью. Расстояния, на которые мигрируют макомы, зависит от размера их раковины и длины биссусных нитей, некоторые миграции превышают 10 м. Крупные особи не способны к биссусному дрейфу и могут перемещаться на расстояния не больше метра. В настоящий момент нет единого мнения относительно того, какие факторы запускают миграционное поведение маком [2].

Одним из возможных механизмов, запускающих процесс миграции, могут быть внутривидовые взаимоотношения. Целью данной работы является определение наличия связи миграционного поведения *M. balthica* с плотностью его поселения.

Материалы и методы.

Экспериментальные исследования проводились в летний период на илисто-песчаном пляже острова Рязжков (территория Кандалакшского государственного заповедника). Для проведения эксперимента было подготовлено 25 площадок с дефаунированным грунтом. Грунт для площадок был просеян через сито с диаметром ячеей 1 мм. Все остатки, включая животных, не прошедшие через сито, были удалены в море на расстояние не менее 5 м. Углы площадок помечались с помощью железных колышков с цветовой маркировкой, обозначающей тип площадки. После завершения описанных работ стальная рамка извлекалась из грунта. Вся серия площадок располагалась в линию параллельно урезу воды на нижней части средней литорали с промежутком 0,5 м между площадками. Площадки были разделены на пять типов (по пять повторностей в каждом):

1. Площадки с плотностью поселения маком уменьшенной в два раза по сравнению с естественной (0.5X).

2. Площадки с естественной плотностью поселения маком (1X).

3. Площадки с удвоенной естественной плотностью поселения (2X).

4. Площадки с плотностью, увеличенной в 4 раза (4X).

5. Площадки с плотностью, увеличенной в 6 раз (6X).

Для площадок первого типа была задействована квадратная рамка со стороной 12 см и высотой бортика 6 см. Рамка вдавливалась в грунт на всю высоту бортика. Далее площадь, ограниченная рамкой, делилась в равных соотношения на две части, и из одной половины

извлекался грунт. Этот грунт был промыт через сито с диаметром ячеей 2 мм. Материал, оставшийся на сите после просеивания грунта, складывался в пластиковый контейнер. Таким образом, было получено 5 контейнеров, в каждом из которых содержалось столько маком, сколько их присутствовало в половине площади, ограниченной рамкой. Для подготовки материала для площадок второго типа (естественная плотность) выкапывали грунт со всей площади рамки. Аналогично для подготовки материала для площадок третьего типа (удвоенная плотность) в один контейнер складывался материал из двух рамок. Для площадок четвертого и пятого типа – в один контейнер складывался материал из четырех и шести рамок соответственно. Сбор экспериментального материала проводился в непосредственной близости от подготовленных площадок на таком же расстоянии от уреза воды.

Содержимое каждого контейнера далее было разделено на три фракции с помощью почвенных сит с диаметром ячеей 2 мм, 5 мм и 7 мм. Данная конструкция была помещена в таз с морской водой, а сверху на сито 7 мм выкладывался материал из одного контейнера. В дальнейшем система сит аккуратно встряхивалась так, чтобы произошло разделение маком на размерные фракции. Макомы, которые остались на сите 7 мм, далее будут обозначаться, как «крупные макомы». Особи, прошедшие через сито 7 мм, но оставшиеся на сите 5 мм – как «средние макомы». Особи, которые остались на сите 2 мм – как «мелкие макомы».

После разделения моллюсков на размерные фракции было подсчитано количество живых особей каждой размерной группы в каждом контейнере. После подсчетов все макомы вновь были объединены в одном контейнере с известным номером. После всех описанных процедур моллюски содержались в контейнерах в свежей морской воде.

На следующий день моллюски были высажены на экспериментальные площадки, подготовленные накануне. При высаживании все особи из одного контейнера были помещены в центр площадки, помеченной кольшками. Площадки находились под визуальным контролем, пока все высаженные макомы не закопались. Таким образом, в начале эксперимента на каждую площадку было высажено известное количество маком разного размера.

Спустя шесть дней на каждой площадке была взята проба квадратной рамкой со стороной 12 см (той же, которая использовалась для сбора маком). Рамка помещалась в центр площадки, так, чтобы ее границы, помеченные кольшками, были на равном расстоянии от углов учетной рамки. Грунт, который изымался из рамки, был промыт через сито с диаметром ячеей 2 мм (как и при сборе маком). Материал с каждой площадки был помещен в отдельный контейнер. После этого в каждом контейнере макомы были разбиты на фракции и были посчитаны в каждой размерной фракции, с помощью описанной выше колонки сит (2 мм, 5 мм, 7 мм). Все моллюски в каждой размерной группе были посчитаны и отпущены.

Математическая обработка экспериментальных результатов проводилась в среде статистического программирования R.

Результаты.

Сравнение плотности изначально высаженных моллюсков и плотности, обнаруженной в конце эксперимента (рис. 1), показало следующее: у всех размерных групп на малых плотностях (0,5X; 1X; 2X) конечное и начальное обилие практически равны (точки концентрируются вокруг линии $Y = X$). Значения больших плотностей во всех размерных группах отклоняются от линии $Y = X$ (точки становятся ниже линии $Y = X$). Заметно, что на повышенных плотностях отклонения значений у моллюсков крупного размера больше, чем отклонения у мелких моллюсков. У моллюсков средних размеров отклонения выражены меньше всего.

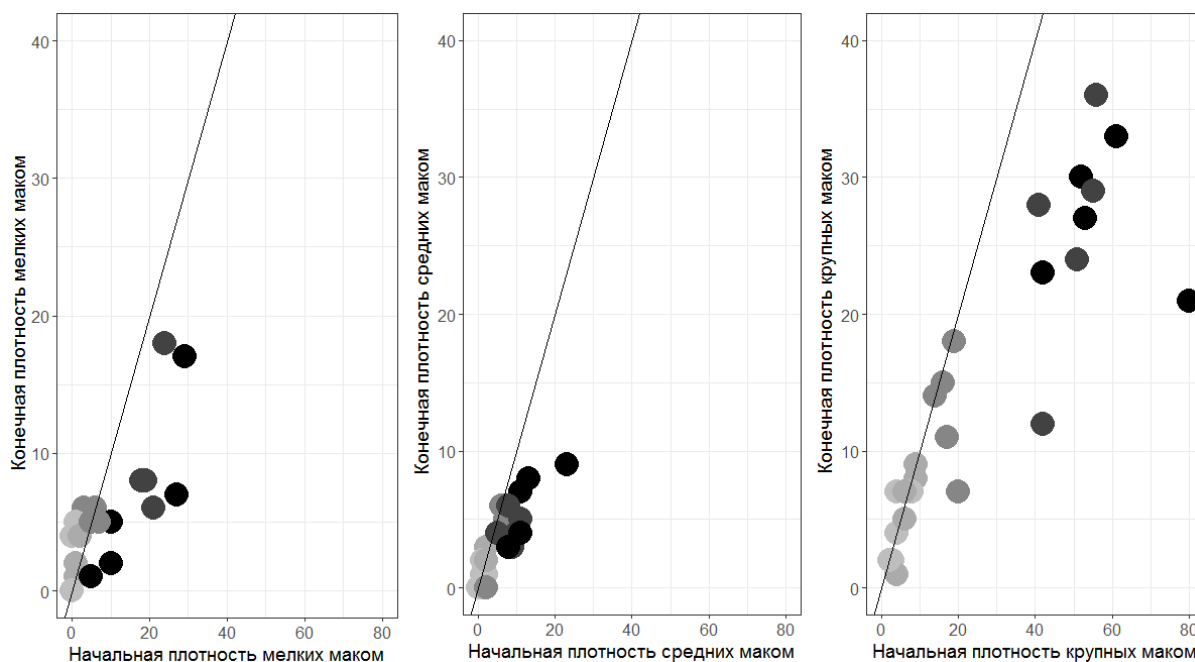


Рис. 1. Соотношение начальной и конечной плотности поселения у моллюсков разных размерных групп при разной искусственно созданной плотности поселения. Цветовые градации соответствуют степени увеличения плотности поселения.

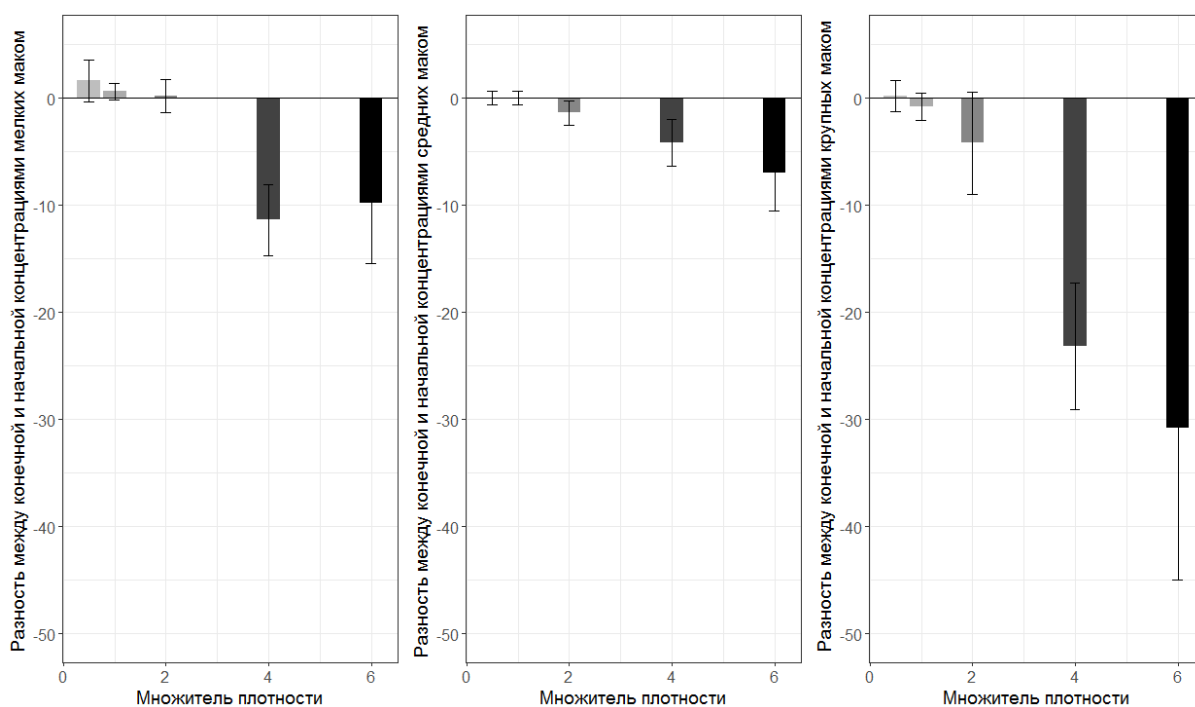


Рис. 2. Средняя разность между конечными и начальными значениями плотности поселения *M. Baltica* для разных размерных групп. «Усы» обозначают 95% доверительный интервал.

На рисунке 2 представлены средние значения разности между конечным и начальным значением плотности поселения разных размерных групп. Можно заметить, что значение «0» входит в доверительный интервал всех размерных групп на плотностях 0,5X, 1X, 2X. Исключение составляет значение разности у моллюсков среднего размера при плотности 2X – в этом случае ноль не входит в пределы доверительного интервала. Таким образом, статистически значимых отличий от нуля в большинстве случаев не наблюдалось при плотностях поселения,

не превышающих удвоенной плотности. Вместе с тем, во всех случаях, когда плотность была увеличена более чем в два раза, значение «0» не входило в границы доверительного интервала. Это означает, что у моллюсков всех размерных классов плотность в конце эксперимент статистически значимо снизилась по отношению к начальному значению. При этом среднее значение разности при повышенных плотностях было заметно больше у крупных моллюсков, чем у остальных размерных групп. Таким образом, при увеличении естественной плотности поселения у моллюсков более чем в 2 раза обилие маком со временем уменьшается.

Обсуждение и заключение.

На основе анализа полученных результатов можно сделать заключение об уменьшении обилия маком в конце эксперимента вследствие миграции маком за пределы площадки, вызванной плотностно-зависимыми факторами: чем выше плотность поселения, тем больше маком проявляют миграционное поведение. Наиболее интенсивную эмиграцию проявляют макамы крупного размера. Менее выражена эта тенденция у мелких маком. Макамы среднего размера меньше всего демонстрируют реакцию бегства. Конкретные механизмы запускающие процессы миграции не определены в рамках данной работы, однако можно предположить несколько возможных вариантов:

1. При увеличении плотности может возникать больше соприкосновений между моллюсками или их сифонами, что может помешать нормальному питанию *M. baltica*.

2. Во время подготовки площадок для эксперимента грунт был просеян и перемешан, поэтому количество детрита на его поверхности грунта могло уменьшиться. Моллюски могли начать процесс бегства из-за возможного изначального недостатка пищи в начале эксперимента.

3. Большое количество моллюсков могло привлечь хищников, таких как кулики-сороки, которые, в первую очередь, могли выедать крупных маком.

Выяснение конкретных механизмов, вызывающих бегство моллюсков при повышенной плотности поселения - задача для дальнейших исследований, однако уже на этом этапе исследований можно утверждать, что существует критическая плотность, выше которой запускается миграционное поведение. Эта плотность приблизительно равна удвоенной естественной плотности. Естественная плотность поселения не достигает критического значения, но достаточно близка к ней.

Литература

1. Егорова Э.Н., Сиренко Б.И. Промысловые, перспективные для промысла и кормовые беспозвоночные Российских морей. - М. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 285 с.
2. Назарова С.А. Организация поселений *Macomabalthica* (Linnaeus, 1758) в осушной зоне Белого и Баренцева морей: дис. ... канд. биолог. наук: 03.02.10 / С.А. Назарова. – СПб., 2015. – 196 с.