

А. А. Гусев

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
MACOMA BALTHICA (LINNAEUS 1758)
И MYTILUS EDULIS (LINNAEUS 1758)
В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

Представлены результаты изучения влияния факторов среды на распределение двух массовых видов двустворчатых моллюсков *Macoma balthica* и *Mytilus edulis* в юго-восточной части Балтийского моря. Распределение этих видов двустворчатых моллюсков определялось в первую очередь типом грунтов. Распространение моллюсков в глубоководных частях моря было ограничено дефицитом кислорода в придонном слое воды.

This article offers the results of research on the influence of environmental factors on the distribution of two abundant bivalve species – *Macoma balthica* and *Mytilus eduli* – in the south-east of the Baltic Sea. First of all, the distribution of species was determined by the types of soils. The distribution of molluscs in deep-water sectors was limited by oxygen deficiency in near-bottom waters.

Ключевые слова: *Macoma balthica*, *Mytilus edulis*, температура, соленость, тип грунта, распределение, Балтийское море.

Key words: *Macoma balthica*, *Mytilus edulis*, temperature, salinity, type of soils, distribution, Baltic Sea.

Введение

Двустворчатые моллюски *Macoma balthica* и *Mytilus edulis* – наиболее массовые виды макрозообентоса в Юго-Восточной Балтике, включая акваторию калининградской зоны моря [1; 2], побережья Польши [11] и Литвы [10]. Они являются важными кормовыми объектами промысловых рыб – камбал и трески [4]. Экология этих видов двустворчатых моллюсков в Балтийском море изучена достаточно хорошо, но характер их распределения в калининградской зоне в последние десятилетия не исследовался.

Целью работы было изучение влияния факторов среды на распределение *M. balthica* и *M. edulis* в юго-восточной части Балтийского моря.

Материал и методы исследования

Материалом послужили 140 проб макрозообентоса, собранных на 46 станциях на глубинах 9–111 м в сентябре 2001 г. На каждой станции отбирали по 3 пробы дночерпателем Ван-Вина с площадью захвата 0,1 м² и глубиной проникновения в грунт 8–12 см. Вес моллюсков определяли вместе с раковинной после удаления воды из мантийной полости. Взвешивание мелких особей проводили групповым методом, крупных особей взвешивали индивидуально. Сбор и обработку проб бентоса выполняли по общепринятой методике [7]. Критерий Фишера (F) и уровень значимости (p) для проверки гипотезы о влиянии глубины, типа грунтов, солености и температуры на пространственное распределение *M. balthica* (макомы) и *M. edulis* (мидии) рассчитывали в статистическом пакете программ STATISTICA v.6.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, Okla., USA, 1999).

Результаты исследования

Macoma balthica была встречена на глубинах 9–81 м. Высокая численность маком наблюдалась на глубинах 9–80 м. Максимальной она была на глубинах 51–70 м (более 650 экз/м²). На глубинах более 81 м макомы не были обнаружены. На глубинах до 40 м их биомасса была невысокой (менее 35 г/м²), на 41–50 м биомасса маком возросла почти вдвое (48,3 г/м²). Наибольшие ее значения зафиксированы на глубинах 51–80 м (60–100 г/м²). Минимальная биомасса *M. balthica* зарегистрирована на глубине 81–90 м (2,5 г/м²). На глубинах более 90 м макомы и другие донные животные отсутствовали.

Минимальные значения численности и биомассы *M. balthica* были отмечены на каменисто-гравийном грунте (КГТ) и алевроитопелитовых илах (АПИ) (менее 20 экз/м² и 10 г/м²). На смешанных среднезернистых и грубозернистых песках (СПП) эти показатели были заметно выше (213 экз/м² и 21,3 г/м²). Максимальные величины численности (500–1000 экз/м²) и биомассы

(около 80 г/м²) маком были приурочены к мелкозернистым пескам (МП), крупнозернистым алевритам (КА) и мелкоалевритовым илам (МАИ). На пелитовых илах (ПИ) *M. balthica* отсутствовала.

Максимальные значения численности и биомассы зарегистрированы при 8,0–8,9 ‰ (711 экз./м² и 77,7 г/м²). В целом для вод с диапазоном солености 7–9,9 ‰ величины численности и биомассы составляли соответственно более 400 экз./м² и 30 г/м².

При температуре 16,0–18,9 °С мы наблюдали наименьшие значения численности и биомассы маком (54 экз./м² и 6,4 г/м²). Максимальная численность была при 10,0–12,9 °С (1012 экз./м²), биомасса – при 4,0–6,9 °С (62,6 г/м²) и 13,0–15,9 °С (59,9 г/м²).

M. balthica встречалась при концентрациях кислорода от 8,4 до 1 мл/л. Содержание кислорода в придонном слое воды ограничивало распространение маком лишь в наиболее глубоководных районах. На глубинах более 80 м макомы отсутствовали из-за дефицита кислорода.

Статистически значимые различия численности определяются типом грунтов ($F(6,133) = 9,28$; $p < 0,001$) и температурой ($F(4,135) = 4,18$; $p = 0,003$). Для биомассы – глубиной ($F(8,131) = 3,39$; $p = 0,001$), типом грунтов ($F(6,133) = 8,13$; $p < 0,001$), соленостью и ($F(3,136) = 4,07$; $p = 0,008$) и температурой ($F(4,135) = 3,98$; $p = 0,004$).

Mytilus edulis были обнаружены на глубинах 9–61 м на твердых грунтах (КГТ и СГП), а также на мелкой гальке и пустых раковинах моллюсков, дисперсно распределенных на мягких грунтах (МП и КА). Наибольшие численность и биомасса *M. edulis* отмечены на глубинах 9–20 м на КГТ (более 2000 экз./м² и 75 г/м²). По мере увеличения глубины численность и биомасса *M. edulis* снижались. На глубинах более 61 м эти моллюски отсутствовали. Средние величины этих показателей были на СГП (475 экз./м² и 46,9 г/м²), и они резко снижались на МП и КА (менее 10 экз./м² и 5 г/м²).

Соленость и содержание кислорода в придонном слое воды не влияли на обилие мидий. Значительные колебания численности и биомассы были обусловлены пятнистым расположением предпочитаемых мидиями грунтов.

Выявлены статистически значимые различия численности *M. edulis* с глубиной ($F(8,131) = 3,64$; $p < 0,001$), типом грунта ($F(6,133) = 5,79$; $p < 0,001$) и температурой ($F(4,135) = 4,46$; $p = 0,002$), биомассы – с глубиной ($F(8,131) = 3,78$; $p < 0,001$) и температурой ($F(4,135) = 4,98$; $p < 0,001$).

Обсуждение результатов

Macoma balthica – морской эвритермный эвригалинный полуподвижный политопный вид, собирающий детритофаг. Этот вид в разных водоемах достигает наибольшего развития на мягких грунтах. В эвгалинных морях макомы обитают только на литорали и верхнем горизонте сублиторали. В Балтийском море они встречаются до глубин 100–150 м [4]. Характер батиметрического распределения *M. balthica* в Гданьской впадине [2] и калининградской зоне Балтики сходен. Наибольшая биомасса наблюдалась в этих районах на глубинах 50–80 м. Мы предполагаем, что на этих глубинах взрослые особи *M. balthica* достигают высокого обилия и образуют максимальную биомассу. В других частях Балтийского моря батиметрический оптимум обитания *M. balthica* иной: в южной он расположен на глубинах 30–50 м [9], а в центральной – на 0–60 м [4].

В центральной части Балтики и в Баренцевом море наибольшего развития макомы достигают на мелкозернистых песках и алевритовых грунтах [3; 4]. Аналогичная приуроченность к этим типам грунтов обнаружена и в калининградской зоне Балтийского моря.

На особенности распределения маком в районе исследований соленость не оказывала заметного влияния, в отличие от температуры и содержания кислорода. Это обусловлено тем, что нижний предел солености для *M. balthica* находится на уровне 2–3 ‰ [4]. При температуре 16–18,9 °С были отмечены низкие величины численности и биомассы, в то время как при более низкой температуре значения численности были выше в 7–20 раз, а биомассы в 4–10 раз. Это хорошо согласуется с литературными данными: при температуре воды выше 15 °С макомы перестают питаться [5].

Хорошо выраженная вертикальная стратификация вод Балтики – причина отсутствия эффективного насыщения кислородом глубинных вод и наличия сероводорода под галоклином [10]. Так, Я. Варжоха [11] отметил, что в 1983 г. на глубинах более 80 м в Гданьской впадине макробентос отсутствовал. Аналогичная картина отмечена во время наших работ. *M. balthica* устойчива к умеренной гипоксии (1–2 мл/л). В глубоководных частях Балтийского моря распространение маком ограничено водами с сильной гипоксией (менее 1 мл/л) [4; 8]. Они

способны выдерживать условия аноксии до 12 суток, но если период аноксии более продолжителен, то все моллюски погибают [12].

M. edulis — морской эвригалинный эвритермный литофильный вид. Это прикрепленный сестонофаг, который крепится биссусными нитями к твердому субстрату. В эвгалинных морях обитает в литорали и верхнем горизонте сублиторали. В Балтийском море встречается до глубин 80 м [9]. Наибольшие численность и биомасса мидий отмечены в основном на небольших глубинах — до 30–40 м [4; 9]. В глубоководных частях моря при наличии подходящего субстрата также есть пятна повышенной плотности *M. edulis*. В частности, такие ее поселения на глубинах около 60 м обнаружены у литовского побережья в районе Ниды и Юодкранте [6].

На батиметрическое распределение *M. edulis* плотность и содержание кислорода не оказывали значимого влияния. С увеличением глубины уменьшался размер донных частиц. Оба эти фактора влияли на распределение мидий. Диапазон температур, переносимых *M. edulis*, составляет от -2 до +30 °С [4], нижняя граница соленостного предела обитания находится на уровне 4–5 ‰ [4; 9]. Мидии неустойчивы к гипоксии (менее 2 мл/л) [8].

В наших исследованиях максимальные численность и биомасса *M. edulis* обнаружены на глубинах 9–20 м на каменисто-гравийном грунте. Такое батиметрическое распределение мидий, когда наибольшие плотности их поселений находятся в мелководных частях моря, в целом характерно для Балтики и обусловлено, главным образом, особенностями распределения твердых грунтов до глубин менее 30 м [4; 9].

Выводы

Распространение *M. balthica* и *M. edulis* в калининградской зоне юго-восточной части Балтийского моря определяется в первую очередь типом грунтов. Это связано с образом жизни маком: *M. edulis* весьма требовательны к наличию твердого субстрата для своего закрепления, а полуподвижные и зарывающиеся *M. balthica* предпочитают мягкие грунты.

Батиметрическое распространение *M. balthica* ограничено дефицитом кислорода в придонном слое воды. В мелководных районах на распределение маком влияла придонная температура. Для солености обнаружены значимые различия только с батиметрическим распределением особей старших возрастов, которые преобладают в популяции на глубине 51–80 м.

Плотности поселений *M. edulis* на мелководных участках были значительно выше, чем в глубоководных. В глубоководных районах на распределение мидий также оказывала влияние температура воды в придонном слое. Статистически значимых различий между распределением мидий и содержанием растворенного кислорода и соленостью не установлено.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность старшему научному сотруднику Ч.М. Нигматуллину за постановку задачи и общее руководство работой; доктору биологических наук, старшему научному сотруднику Е.Н. Науменко за консультации и ценные рекомендации. Особая признательность старшему научному сотруднику А.С. Зезере за любезно предоставленные данные гидрологической съемки района.

Список литературы

1. Гусев А.А., Урбанович О.А. Видовой состав и экологическая характеристика макрозообентоса в Калининградской зоне Балтийского моря в сентябре 2001 года // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2002–2003 годах. Т. 2: Экология гидробионтов. Калининград, 2004. С. 4–19.
2. Околотович Г. Макробентос Южной Балтики // Очерки по биологической продуктивности Балтийского моря. М., 1984. Т. 3. С. 91–154.
3. Филатова В.И. Двустворчатые моллюски // Определитель фауны и флоры Северных морей СССР / под ред. Н.С. Гаевской. М., 1948. С. 405–446.
4. Ярвекюльг А.А. Донная фауна восточной части Балтийского моря. Таллин, 1979.
5. Ankar S. The soft bottom ecosystem of the northern Baltic proper with special reference to the macrofauna // Contributions from the Asko Laboratory. 1977. №19. P. 1–62.
6. Bubinas A., Repecka M. Distribution of zoobenthos in the bottom sediment of the near-shore zone of the Baltic Sea in Nida-Klaipeda stretch // Acta Zoologica Lituanica. 2003. Vol. 13, №2. P. 125–134.
7. Dybern B.L., Ackefors H., Elmgren R. Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea // Baltic Marine Biologists, Stockholm. 1976. №1. P. 98.

8. Karlson K., Rosenberg R., Bonsdorff E. Temporal and spatial large-scale effects of eutrophication and oxygen deficiency on benthic fauna in Scandinavian and Baltic waters – a review // *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*. 2002. Vol. 40. P. 427–489.

9. Mulicki Z. *Ecologia wazniejszych bezkregowcow dennych Baaltyku* // *Prace Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni*. 1957. Ser. A. №9. S. 313–377.

10. Olenin S. Benthic zonation of the Eastern Gotland Basin, Baltic Sea // *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*. 1997. Vol. 30, №4. P. 265–282.

11. Warzocha J. Spatial distribution of macrofauna in the Southern Baltic in 1983 // *Bulletin of the Sea Fisheries Institute*. 1994. №131(1). P. 47–59.

12. Zwaan de A., Babarro J.M.F. Studies on the causes of mortality of the estuarine bivalve *Macoma balthica* under conditions of (near) anoxia // *Marine Biology*. 2001. Vol. 138. P. 1021–1028.

Об авторе

А. А. Гусев – науч. сотр., АтлантНИРО, andgus@rambler.ru

Author

A. A. Gusev – Research Fellow, AtlantNIRO (Atlantic Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography), andgus@rambler.ru