**Биссус в войне и мире беломорских мидий**

В. Хайтов, П. Александрова, Т. Ершова, А. Ковалев, В. Шеламова

Коллагено-подобные нити биссуса являются характерной чертой двустворчатых моллюсков целого ряда семейств (+++). Эти структуры формируются за счет выделений особой железы, расположенной в основании ноги двустворчатых моллюсков (+++). В последние десятилетия исследование биссуса стало предметом активного интереса, связанного с его механическим свойствами и потенциальными приложениями в различных областях, таких как биомедицинские технологии и материалы для строительства (++++). В жизни же самих мидий биссус играет играет существенную роль, позволяя решать несколько важнейших задач.

Биссус начинает использоваться уже на самых ранних этапах онтогенеза. После метаморфоза педивелигера, осевшая на дно плантиграда использует нити биссуса для вторичного плавания в толще воды. Молодые моллюски, раскинув нити, подхватываются течением, и флотируют в толще воды (+++). Биссусный дрифт позволяет плантиградам найти наиболее пригодное место для поселения (+++). После оседания в благоприятные биотопы биссус позволяет моллюскам решать следующие задачи. Во-первых, нити биссуса позволяют моллюскам заякореваться на твердых субстратах, предотвращая отрыв особей за счет волнового воздействия (++++). По всей видимости, исходным биотопом, в котором проходило формирование самой группы Mytilidae были прибойные литоральные скалы (+++). Мидии, обитая в таких биотопах, адаптированы к поселению в плотных агрегациях, формированию которых способствует характерная клиновидная, митилизованная раковина (+++). Во-вторых, поселение моллюсков в формате плотных скоплений, где особи крепятся не только к субстрату, но и друг к другу, снижает пресс хищников (в первую очередь птиц, крабов и морских звезд), которым для поглощения жертвы необходимо отделить ее от субстрата (+++). В-третьих, биссус может быть использован не только в пассивной защите от хищников, но и в активной обороне. Так, мидии обездвиживают нападающих на них хищных улиток, облепляя их нитями биссуса (+++). В-четвертых, аналогичный механизм используется и для подавления конкурентов. Например, мидии прикрепляют биссус к туникам асцидий, которые будучи фильтраторами, занимают сходную с мидиями экологическую нишу в морских эпибиозах (+++).

Используя термин «мидия» (mussel), исследователи обычно понимают широкий спектр таксонов, не ограничивающийся только семейством Mytilidae. Далее мы будем рассматривать узкую группу мидий, blue mussel, входящих в комплекс «Mytilus edulis». Этот комплекс состоит из трех криптических видов (+++), нативные ареалы которых связаны с Пацификой (Mytilus trossulus), Атлантикой (M. edulis) и Средиземноморьем (M. galloprovincialis).

Естественное расселение и антропогенное перемещение этих видов привели к формированию зон контакта, где два (реже все три) вида встречаются в одном местообитании (+++). Одна из зон контакта двух видов мидий сформировалась в Кандалакшском заливе Белого моря (+++). Коренной для Белого моря вид ME во второй половине XX в. встретился с интродуцентом - MT. Последний проник в российскую субарктику во время Второй Мировой Войны на днищах судов, курсировавших между Северной Америкой и северными портами СССР (+++). В зонах контакта между встретившимися видами начинают формироваться как генетические связи (например, проявляется интрогрессивная гибридизация, ++++), так и экологические отношения (близкие виды мидий неизбежно должны конкурировать за ресурсы).

Анализ экологических связей требует введения некоторых характеристик, позволяющих оценить уровень благосостояния вида. В этом отношении биссус мидий может быть удобным индикатором. Формирование биссуса - очень энергозатратный процесс (+++). Поэтому высокий или низкий вклад ресурсов в продукцию биссусной железы должен быть обусловлен какими-то важными для существования мидий факторами. Следовательно варьирование в продукции биссуса (количестве производимых нитей, их толщине или прочности) может трактоваться как сигнал, позволяющий судить о физиологическом состоянии мидии. В пользу этого говорит то, что ранее уже были выявлены корреляции между продукцией биссуса и воздействием как абиотических (++++), так и биотических факторов (++++). Это позволяет рассматривать продукцию биссуса, как удобный признак для изучения реакции мидий на воздействия, складывающиеся в зоне контакта ME и MT.

В связи со сказанным выше мы поставили целью нашего исследования оценить, как варьирует продукция биссуса двух видов мидий, сосуществующих в Кандалакшском заливе Белого моря, в следующих жизненных ситуациях, складывающихся в условиях зоны контакта.

1. При изолированном поселении разных видов мидий, в стандартных условиях, при отсутствии прямого взаимодействия как с конспецификами, так и с другими видами макробентоса.
2. При разных значениях солености, которая является важнейшим абиотическим фактором, регулирующим распространение мидий в зоне их контакта.
3. В одновидовых (ME или MT) и смешанных (ME + MT) плотных поселениях.
4. При наличии химических сигналов от морских звезд, как основных врагов мидий.
5. При наличии химических сигналов от фукоидов, которые являются наиболее важным биогенным субстратом, на котором поселяются мидии в условиях Белого моря.

Идентификация беломорских мидий

Давняя, боле +++ лет (+++), дивергенция этих видов привела к значительным расхождениям в их генофондах, однако не затронула ключевых морфологических черт мидий (++++). Это свидетельствует о значительной роли стабилизирующего отбора (+++). Вместе с тем, некоторые незначительные морфологические отличия, позволяющие идентифицировать виды, по крайней мере M.edulis (ME) и M.trossulus (MT), были найдены (+++, +++).

В градиенте солености два вида мидий ведут себя по-разному. М.trossulus не демонстрирует значимой связи вероятности прикрепления к субстрату с соленостью, в то время как при понижении солености вероятность успешного прикрепления M. edulis значимо снижается.

В ходе экспериментов мы показали, что M. trossulus выделяет больше биссусных нитей, которые обеспечивают более прочное прикрепление к субстрату, чем это наблюдается у M. edulis. Последний вид имеет тенденцию к прикреплению к раковинам соседей, в то время как M.trossulus стремится прикрепиться у неживому субстрату.

У M.trossulus выявлена неожиданная черта - они способны прикреплять биссусные нити к основанию пучка биссуса соседа (преимущественно конспецификов), вводя свою ногу с желобком, по которому стекает секрет биссусной железы, непосредственно в мантийную полость партнера. М.edulis к этому не склонны, однако в смешанных поселениях они прикрепляют больше биссуса к раковинам M.trossulus, чем к раковинам конспецификов. Вероятно оба вида используют биссус в качестве оружия в конкурентной борьбе. Однако M.edulis использует его для межвидовой борьбы, в то время как M.trossulus - в качестве средства подавления особей своего вида.

При наличии химических сигналов от морских звезд оба вида реагируют одинаково - увеличивают силу прикрепления.

Химические сигналы от Ascophyllum nodosum не вызывают значимой реакции в биссусообразовании. Однако выделения Fucus vesiculosus полностью ингибируют образование биссуса у обоих видов.