

ОСОБЕННОСТИ БИОЦЕНОТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ *ANADARA KAGOSHIMENSIS* (BIVALVIA, ARCIDAE) В БУХТЕ КАЗАЧЬЕЙ ЧЁРНОГО МОРЯ

© 2020 Бондарев И.П.

Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН, Севастополь 299011, Россия
e-mail: igor.p.bondarev@gmail.com

Поступила в редакцию 28.05.2019. После доработки 04.04.2020. Принята к публикации 07.05.2020.

Двустворчатый моллюск *Anadara kagoshimensis* отнесён к 100 наиболее опасным инвазионным видам Средиземного и Чёрного морей. На примере поселения анадары в бухте Казачьей (Крым, Чёрное море) показаны и обсуждены биоценотические связи моллюска с донными грунтами, эпибионтами, потенциальными экологическими конкурентами и хищником – *Rapana venosa*. Связи с комплексом фито- и зооэпибионтов приводятся для *A. kagoshimensis* впервые. Показано, что анадара может быть видом-эдификатором и формировать специфический комплекс альго- и зооконсортов, играя позитивную роль в увеличении и сохранении видового разнообразия в отдельных районах Чёрного моря. Увеличение биомассы и разнообразия моллюсков-фильтраторов за период с момента появления анадары в районе исследования говорит в пользу её положительного влияния на биоценоз.

Ключевые слова: биоценоз, макрофиты, моллюски, экология, эпибионты, Чёрное море.

Введение

В экосистеме Чёрного моря важную роль играет комплекс двустворчатых моллюсков-фильтраторов [Зенкевич, 1986]. Их потенциальным конкурентом является вселившийся около 50 лет назад почти синхронно в Средиземное и Чёрное моря представитель рода *Anadara* Gray, 1847, видовая принадлежность которого являлась предметом обсуждения [Лутаенко, 2006; Anistratenko et al., 2014; Lutaenko, 2015; Ревков, 2016]. Современными генетическими исследованиями установлено, что анадара, вселившаяся в Чёрное море, по бар-коду на 99.8–100% соответствует *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) из Японии [Krapal et al., 2014]. Исследования ДНК особей из Адриатического моря также подтвердили их соответствие *A. kagoshimensis* из Японского моря [Strafella et al., 2018]. Таким образом, ранее применявшиеся для этого вселенца названия *Scapharca cornea* (Reeve, 1844) и *Anadara inaequalis* (Bruguère, 1789), относятся к самостоятельным видам, которые не обнаружены в Средиземном и Чёрном морях [Krapal et al., 2014; Lutaenko, 2015; Strafella et al., 2018].

В научном сообществе существует достаточно консолидированное мнение о негативном влиянии видов-вселенцев на отдельные аборигенные виды и биоценозы морских экосистем. Это касается не только хищников, но и консументов первого уровня, конкурирующих за пространство и пищевые ресурсы [Perrings et al., 2002; Streftaris, Zenetos, 2006]. *A. kagoshimensis* под названием *A. inaequalis* внесён в список 100 «наихудших» инвазионных видов ('worst invasives') в Средиземном море [Streftaris, Zenetos, 2006]. *A. kagoshimensis* приведён и среди 100 наиболее опасных инвазионных видов России [Солдатов и др., 2018]. При этом в отношении появления, присутствия и влияния этого вида на биоценозы Чёрного моря оценка исследователей [Анистратенко, Халиман, 2006; Ревков и др., 2015; Ревков, 2016; Ревков, Щербань, 2017; Солдатов и др., 2018] не однозначно отрицательна, не категорична и иногда даже позитивна.

Биоценотические взаимоотношения анадары с аборигенными видами Азово-Черноморского бассейна ещё мало изучены, и данные по вытеснению анадарой аборигенных

видов двустворчатых моллюсков из некоторых совместных зон обитания пока носят предположительный характер [Анистратенко, Халиман, 2006; Солдатов и др., 2018]. При расселении *A. kagoshimensis* может вытеснять некоторые другие виды бивальвий, но этого фильтрата-сестонофага следует считать полезным элементом процесса самоочищения водной экосистемы. Более того, есть основания говорить о положительной роли вида-вселенца: феномене появления и массового развития в Чёрном море анадары в период её наибольшей востребованности как потребителя избыточного органического вещества [Ревков и др., 2015; Ревков, Щербань, 2017].

Ещё предстоит дать оценку роли и места анадары в современной структуре бентосных сообществ, вкладе её популяции в основные потоки вещества и энергии, однако уже сейчас можно говорить об эффекте усиления биофильтрационного пояса бентали черноморского шельфа за счёт нового вида-вселенца [Ревков, Щербань, 2017]. Процесс внедрения чужеродных видов в устоявшиеся фаунистические комплексы способен привести к неожиданным, и не обязательно негативным, последствиям и поэтому требует дальнейшего изучения [Анистратенко, Халиман, 2006].

Для оценки роли вида в сообществе необходимо изучить его показатели развития (численность, биомассу, встречаемость) в районе исследования в сравнении с другими видами. Особый интерес представляют наиболее тесные связи, которые существуют между видом и комплексом его эпибионтов. Комплексы эпибионтов моллюсков изучаются достаточно давно, особое внимание среди *Bivalvia* уделено морским гребешкам (*Pectinidae*), поскольку многие из них являются ценными объектами промысла и культивирования. Эпибиозы многих пектинид рассматриваются и как источник увеличения биоразнообразия на рыхлых грунтах в различных районах Мирового океана [Денисенко, Савинов, 1984; Наумов, 2006; Cerrano et al., 2006; Schejter, Bremes, 2007; Баранов и др. 2017]. Во многих районах ведущая роль в эпибиозе пектинид принадлежит водорослям. Флора эпибиоза трёх видов гребешка в водах южного Примо-

рья совокупно представлена 87 видами [Баранов и др. 2017].

Раковины различных видов эпибионтных двустворчатых моллюсков часто используются в качестве субстрата водорослями [Dittman, Robles, 1991; Левенец и др., 2005; Левенец, 2011; Баранов и др. 2017]. Водорослевые обрастания 13 видов *Bivalvia*, среди которых были представители инфуны и один представитель рода *Anadara* – *A. broughtonii* (Schrenck, 1867), приводятся по материалам раковин из пляжевых выбросов и сборов на литорали – верхней сублиторали Зал. Петра Великого. На 13 видах *Bivalvia* из этого района обнаружено 13 видов водорослей [Lutaenko, Levenets, 2015].

В Чёрном море эпифиты на раковинах живой анадары описаны для районов Анапы и Геленджикской бухты, где в качестве субстрата для водорослей указана также *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758). Суммарное количество видов водорослей – обрастателей моллюсков, включая самую крупную гастроподу Чёрного моря – *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846), в этих районах – 11 [Митяева и др., 2003; Minicheva et al., 2008]. Но, к сожалению, не указано присутствуют ли все водоросли на всех видах моллюсков, включая рапану, или имеется видоспецифичность. Комплекс эпифитов *R. venosa* в северной части Чёрного моря включает 65 видов [Bondarev, Milchakova, 2018].

Для черноморской рапаны, которая синтопна *A. kagoshimensis*, в серии статей описан комплекс зооэпибионтов, который включает 95 видов макробентоса [Бондарев, Ревков, 2017a, b, 2018; Бондарев, Бондаренко, 2019].

Комплексы зоо- и фитоэпибионтов двустворчатых моллюсков, и анадары в частности, в Чёрном море не изучены. Наши данные по комплексу эпибионтов *A. kagoshimensis* являются новыми для этого вида и расширяют представления о симбиотических связях зарывающихся форм и *Bivalvia* в целом.

Исследование поселения *A. kagoshimensis* бухты Казачьей имело целью продемонстрировать особенности её биоценологических связей и оценить роль этого вида в биоценозе. Для реализации поставленной цели по

результатам анализа данных пробоотбора установлены основные показатели развития анадары, а также таксономический состав бентоса и эпibiонтов анадары в районе исследования.

Материал и методика

Материал для исследований собран летом 2018 г. на глубинах 1.0–10.0 м в Казачьей бухте (Гераклейский п-ов, Крым) Чёрного моря (рис. 1). Это глубоко врезанная в сушу открытая на север полузамкнутая акватория протяжённостью 3 км и максимальной шириной 1.13 км. Колебания солёности в поверхностном слое бухты составляют 17.43–18.12‰. Максимум солёности во всей толще вод в конце осени и до середины весны связан с осенне-зимним ветро-волновым перемешиванием и конвекцией. Температура поверхностных вод в бухте может колебаться от 7.6 °С в феврале до 27.2 °С в июле-августе. Расслоение вод по температуре между поверхностным и придонным слоями наблюдается в мае – июле, когда формируется сезонный термоклин. Осенью и зимой во всей толще вод наблюдается гомотермия [Евстигнеева и др., 2015].

Пробы отобраны на 10 станциях по двум разрезам (рис. 1) через 2.0 м глубины водозлазным дночерпателем («кошельком») площадью захвата 0.05 м. Пробы промывались через систему сит с минимальным диаметром ячеей 1 мм.

Особое внимание было уделено таксоценозу моллюсков, которые доминируют в биоценозе бухты по видовому разнообразию [Тихонова, Алёмов, 2012] и частично являются возможными конкурентами анадары.

Кроме того, в легководолазном снаряжении на глубине 4–8 м на площади 200 м² собраны моллюски с водорослевыми обрастаниями, среди которых 40 экземпляров живых особей анадары. Прикреплённые водоросли в зоне рыхлых грунтов служили индикатором для обнаружения моллюсков. Целью этих сборов являлось получение информации о разнообразии обрастателей *A. kagoshimensis*. Во время сборов фиксировались сведения о биотопе и биоценозе обитания анадары.

Параллельно осуществлялся тотальный сбор потенциального хищника *Rapana venosa*. Всего было собрано 120 экземпляров, прежде всего, для определения спектра её питания. Жертву рапана удерживает с помощью ноги, что позволяет определить её вид.

Основные размерные характеристики раковины моллюсков: высота (H), длина (L) измерялись штангенциркулем с точностью до 0.1 мм. Сырая индивидуальная масса (W) моллюсков измерялась без мантийной жидкости вместе с очищенной от обрастаний раковинной на электронных весах с точностью до 0.01 г. Для каждого вида по результатам анализа материала из дночерпательных проб определяли встречаемость в процентах (P, %), среднюю биомассу (B, г/м²), численность (N,

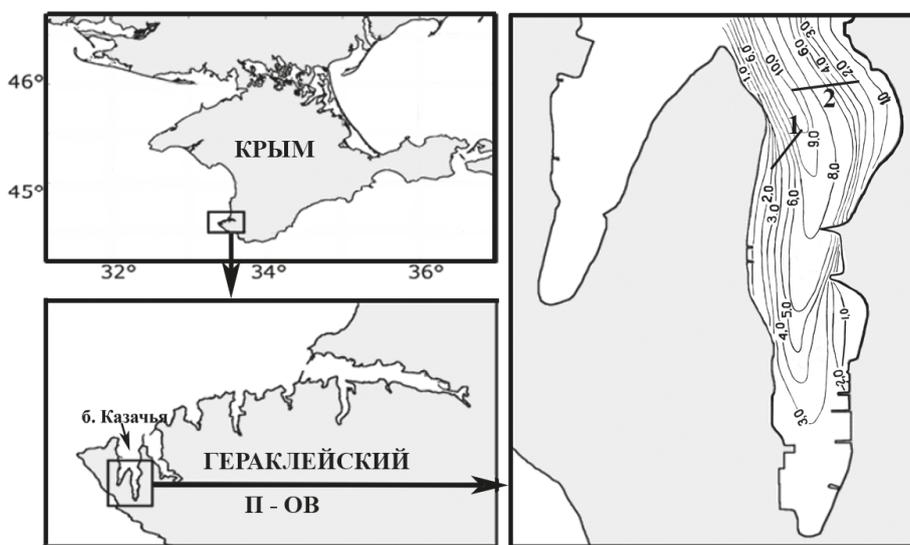


Рис. 1. Карта-схема района отбора проб с указанием положения разрезов 1 и 2

экз./м²). Вычисление средних значений (M) и стандартного отклонения (σ) выполнено с помощью программы Excel.

Возраст анадары определялся по линиям сезонного замедления роста [Gosling, 2004].

Результаты

В исследованном районе бухты Казачьей *A. kagoshimensis* обитает на песке, илистом песке и песчанистом иле на глубинах от 1 до

10 м, и на глубинах 4–10 м формирует биоценоз, где кодоминантами по встречаемости и численности являются *C. gallina* и *Pitar rudis* (Poli, 1795). На глубинах 4–6 м кодоминантом по встречаемости и биомассе является *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758). На некоторых особях анадары с длиной более 24.0 мм прикрепляются макрофиты с комплексом беспозвоночных, которые иногда присутствуют и на раковине *A. kagoshimensis* (рис. 2).

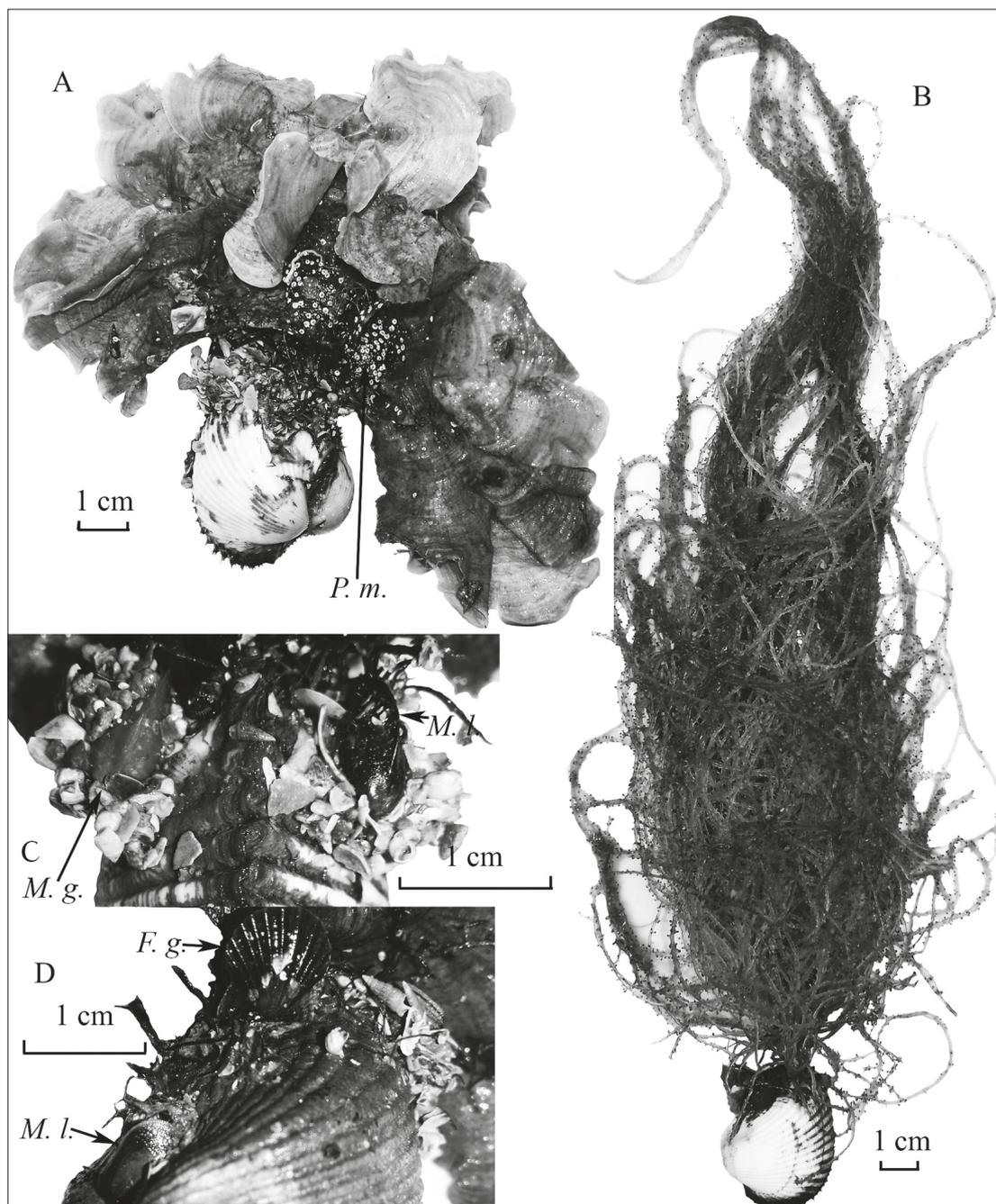


Рис. 2. *A. kagoshimensis* и её эпибионты: А, В – кусты водорослей на раковине: А – *Padina pavonica*, стрелкой показано скопление спирорбины *Pileolaria militaris* (P.m.). В – *Dasya baillouviana*. С, D – моллюски (показаны стрелками): *Flexopecten glaber* (F.g.), *Mytilus galloprovincialis* (M. g.) и *Mytilaster lineatus* (M. l.).

Размер (L) особей *A. kagoshimensis* в наших сборах варьировал от 5.0 до 48.2 мм. Особи от 5.0 до 9.0 мм обнаружены в составе эпибионтов анадары. Один экземпляр длиной 9 мм был прикреплен биссусом непосредственно к раковине, а два других 5.0 и 5.5 мм найдены на водорослевых обрастаниях анадары. В дночерпательных пробах размерный диапазон L составил 11.8–45.8 мм, при средней длине раковины 26.2 мм ($\sigma = 12.63$). Вес варьировал от 0.4 до 26.9 г (средний вес – 7.0 г, $\sigma = 10.37$). У особей, собранных с водорослевыми обрастаниями, L = 23.9–48.2 мм (M – 36.5 мм, $\sigma = 5.80$), W = 5.0–35.0 г, средний – 17.5 г, $\sigma = 7.58$. Возраст самого крупного экземпляра анадары оценен в 7 лет.

В бентосе бухты обнаружено 24 вида *Bivalvia* и 19 видов *Gastropoda*. Показатели развития наиболее массовых видов *Bivalvia* приводятся в Таблице 1.

На эпифитах и раковинах анадары двустворчатые моллюски представлены преимущественно ювенальными особями.

Биомасса *Bivalvia* в точках отбора варьировала от 98.5 до 249.7 г/м², общая биомасса бентоса – 149.8–374.6 г/м². Средняя биомасса

Bivalvia 151.1 г/м² ($\sigma = 55.03$), что составляет 66% средней биомассы бентоса (228.9 г/м², $\sigma = 81.12$) в исследованном районе. Доминирование по биомассе двустворчатых моллюсков определяет преобладание фильтраторов в трофической структуре бентоса бухты.

Среди брюхоногих наиболее распространёнными видами бентоса бухты являются: *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), *Rissoa membranacea* (J. Adams, 1800), *Rissoa splendida* Eichwald, 1830, *Tricolia pullus* (Linnaeus, 1758). Эти виды чаще всего встречаются и на макрофитах – обрастателях *A. kagoshimensis*.

Помимо моллюсков в составе эпифитона водорослей – обрастателей анадары присутствуют *Arthropoda*, относящиеся к классам *Malacostraca* (9 видов) и *Hexanauplia* (1 вид), а также 7 видов *Annelida*, среди которых численно доминируют полихеты *Serpulidae* (*Spirorbinae*): *Janua heterostropha* (Montagu, 1803) и *Pileolaria militaris* Claparède, 1870. Наибольшая концентрация спирорбин приурочена к нижней части водорослевого куста (рис. 2 А) и выступающей над грунтом поверхности раковины анадары в зоне, прибли-

Таблица 1. Средняя биомасса (B, г/м²), плотность (N, экз./м²) и встречаемость (P, %), наиболее массовых видов *Bivalvia* Казачьей бухты в дночерпательных пробах (1), на водорослевых обрастаниях (2) и раковинах (3) *A. kagoshimensis*

| Таксон | 1 | | 2 | | 3 |
|--|------|----|----|----|----|
| | B | N | P | P | P |
| Bivalvia: | | | | | |
| <i>Abra nitida</i> (Müller O.F., 1776) | 0.7 | 10 | 40 | – | – |
| <i>Abra segmentum</i> (Récluz, 1843) | 1.2 | 8 | 40 | – | – |
| <i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906) | 82.4 | 12 | 60 | 10 | 5 |
| <i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguère, 1789) | 4.6 | 6 | 30 | 5 | – |
| <i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758) | 8.2 | 18 | 60 | – | – |
| <i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758) | 18.2 | 4 | 20 | 20 | 10 |
| <i>Gibbomodiola adriatica</i> (Lamarck, 1819) | 4.2 | 9 | 30 | – | 5 |
| <i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803) | 0.6 | 8 | 50 | 5 | 5 |
| <i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791) | 5.6 | 10 | 50 | 50 | 30 |
| <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819 | 9.2 | 6 | 30 | 20 | 10 |
| <i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791) | 0.8 | 8 | 40 | 20 | – |
| <i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795) | 1.6 | 12 | 60 | 10 | – |
| <i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791) | 5.8 | 8 | 40 | – | – |
| <i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778) | 5.8 | 12 | 50 | – | – |

женной к каналам водотока моллюска. Кроме полихет с известковой и песчаной трубкой на поверхности раковины анадары были обнаружены два вида бродячих полихет: *Platynereis dumerilii* (Audouin et Milne-Edwards, 1834) и *Polyopthalmus pictus* (Dujardin, 1839).

Количество водорослей, обнаруженных на раковинах *A. kagoshimensis*, превышает 20 видов, но большинство из них являются вторичными эпифитами. Основные водоросли – обрастатели анадары представлены одним видом бурых водорослей (Ochrophyta): *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy и тремя видами красных водорослей (Rhodophyta): *Chondria dasyphylla* (Woodward) C. Agardh, *Dasya baillouviana* (S.G. Gmelin) Montagne, *Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux. Основным эпифитом анадары является *P. pavonica* (рис. 2 А), встречающаяся на 45% особей с водорослевыми обрастаниями. На втором месте по встречаемости (15%) находится *C. dasyphylla*. Далее (по 10%) следуют *L. obtusa* и *D. baillouviana* (рис. 2 В), талломы которой могут достигать длины 46 см при весе куста 48 г. Этот рекордный размер и вес водоросли обнаружен на особи *A. kagoshimensis* весом 23.5 г при L – 40.5 мм. Обычно размеры кустиков водорослевых обрастателей анадары не превышают 15 см, а вес 10 г.

Длина талломов водорослей-обрастателей часто значительно больше размеров анадары, которая служит ядром консорции и видом-эдификатором, формируя в районе исследований на глубинах 4–8 м специфический биоценоз. На этих глубинах на площади 200 м² обнаружены 7 видов *Bivalvia* с водорослевым обрастанием. Наибольшее количество обросших моллюсков (40 экз.) – *A. kagoshimensis*, на втором месте по количеству (24 экз.) находится гребешок *F. glaber*. Далее по убывающей следуют: *C. gallina* (16), *P. aureus* (4), *C. glaucum* (2), *P. rudis* (2), *G. minima* (1 экз.). Соответственно, плотность анадары, обросшей макрофитами, составляет 0.2 экз./м², а плотность всех двустворчатых моллюсков с эпифитами – 0.44 экз./м².

Таким образом, в Казачьей бухте, где в зоне песчано-илистого дна при дефиците твёрдого субстрата большая часть прикреплённых во-

дорослей произрастает на поверхности раковин моллюсков, формируется специфический донный ландшафт.

Как правило, непосредственно на раковине крепится один, реже два доминирующих вида водорослей, на которых селятся вторичные эпифиты и эпифитонный зообентос.

Покрытые водорослями особи *A. kagoshimensis* могут быть зарыты полностью или приподняты над грунтом на 1/3–2/3 длины раковины. На выступающей задней части раковины обнаружены 6 видов молоди двустворчатых моллюсков (табл. 1, столбец 3), которые прикреплены с помощью биссуса на поверхности створок от заднего края до межмакушечного пространства ареи (рис. 2 С, D). Количество видов моллюсков и их встречаемость на раковине *A. kagoshimensis* меньше, чем в её эпифитоне, но размеры особей крупнее. На раковине анадары молодь эпифитонных двустворчатых моллюсков достигала L – 9.0 мм, а на эпифитах в той же пробе не превышала 5.5 мм.

Раковина живой анадары может служить субстратом для крепления кладки *R. venosa*. Этот хищный моллюск в районе обитания *A. kagoshimensis* достигал 81.5 мм и веса 109.0 г при среднем размере H – 60.5 мм (σ – 10.37) и весе 39.2 г (σ – 19.90). В спектре питания рапаны анадара не обнаружена, 80% её жертв составляла *C. gallina*. Далее следуют: *P. rudis* (5%), *G. adriatica* (5%), *P. exiguum* (4%), *P. aureus* (3%), *C. glaucum* (2%), *G. minima* (1%).

Обсуждение

По данным многолетнего мониторинга бухты Казачьей по шести бентосным станциям, до 2009 г. *A. inaequalis* в пробах не присутствовала [Тихонова, Алёмов 2012]. При меньшем количестве станций их разброс по бухте несколько шире, площадь охвата пробоотборника и диаметр ячеек промывочных сит и методы определения бентоса совпадают с использованными нами. Это позволяет провести сравнение не только по наличию или отсутствию видов, но и в целом количественных показателей развития бентоса. В 2010 г. молодь анадары была обнаружена в составе комплекса беспозвоночных сообщества макрофитов

[Евстигнеева и др., 2015]. Можно предположить, что именно к 2010 г. относится начало колонизации анадарой Казачьей бухты.

Сложилось мнение, что в фаунистическом плане у берегов Крыма *A. kagoshimensis* следует отнести к донному комплексу видов мидийного пояса бентали [Ревков и др., 2015, Солдатов и др., 2018]. Однако в диапазоне глубин обитания анадары в Чёрном море (3–60 м) расположен и пояс песчаных грунтов с доминированием *Bivalvia* отряда *Veneroidea*. Два поясных биоценоза, соответствующих комплексам фаций с преобладанием двустворчатых моллюсков отряда *Mutillioidea* и *Veneroidea* формируются по их различной способности адаптироваться к условиям осадкообразования [Бондарев, 2014]. Мидии по своим анатомическим особенностям испытывают угнетение в зоне развития песка [Заика и др., 1990], а анадара, напротив, обладает псамморезистентностью, что позволяет расширить границы её расселения на песчаные грунты, где доминируют венериды [Бондарев, 2014]. Таким образом, распространение *A. kagoshimensis* охватывает два пояса бентали. В бухте Казачьей анадара обитает на глубинах 4–10 м, где зонально распределены песок, илистый песок и песчанистый ил [Тихонова, Алёмов, 2012].

Максимальная длина раковины *A. kagoshimensis* (48.2 мм) в исследованном районе значительно уступает максимальному размеру (85 мм), зарегистрированному в Чёрном море для Анатолийского побережья [Sahin et al., 2009], а также для особей из близко расположенной Севастопольской бухты – 54 мм [Ревков, 2017]. При этом максимальный возраст особи из наших сборов (7 лет) соответствует предельному возрасту, установленному для черноморской «*A. inaequivalvis*» [Sahin et al., 2009]. Очевидно, условия для роста анадары в Казачьей бухте не являются оптимальными, но удовлетворительными для достижения максимального возраста. Биомасса анадары составляет 54.5% биомассы *Bivalvia* и 36% биомассы бентоса, что позволяет говорить о наличии биоценоза анадары в Казачьей бухте на глубине 4.0–10 м.

Количество видов двустворчатых моллюсков в биоценозе Казачьей бухты по срав-

нению с первым десятилетием XXI в. увеличилось до 24 против 21 [Тихонова, Алёмов, 2012]. Биомасса бентоса за этот период выросла, более чем в 4 раза: с 51.69 г/м² в 2009 г. до 228.9 г/м² в 2018 г. Увеличился и вклад фильтраторов (с 59 до 66%), современный показатель средней биомассы которых (151.1 г/м²) почти в 3 раза превосходит средний показатель общей биомассы бентоса в бухте на 2009 г. Основной вклад в увеличение биомассы вносит *A. kagoshimensis* и, отчасти, морской гребешок *F. glaber* (табл. 1), также не отмечавшийся в биоценозе бухты в первой декаде века по данным [Тихонова, Алёмов, 2012; Евстигнеева и др., 2015]. Поселение *F. glaber* в Казачьей бухте обнаружено в 2017 г. после почти 20-летнего перерыва [Bondarev, 2018; Бондарев, 2019]. Потенциально конкурентные виды гребешок и анадара являются кодоминантами по встречаемости и биомассе на глубине 4–6 м [Бондарев, 2019]. Присутствие молоди *F. glaber* на раковине анадары свидетельствует не о конкуренции, а комменсализме. Это относится и к другим видам бивальвия, которые обнаружены на раковинах анадары, – *G. adriatica*, *M. galloprovincialis*, *M. lineatus*. Эти виды на раковине анадары имеют размеры в полтора – два раза большие (L до 9 мм), чем на водорослевых обрастаниях тех же особей (L до 5 мм).

Тенденция к формированию совместных агрегаций независимо от видовой принадлежности установлена экспериментально на молоди *Mitilidae* – *M. galloprovincialis*, *M. phaseolina* и *G. adriatica*. У этих трёх совместно обитающих на рыхлых грунтах видов нет межвидовой конкуренции при том, что они занимают одну трофическую нишу фильтраторов-сестонофагов. Имеются данные о повышении темпов индивидуального роста *M. lineatus* в смешанных с мидией поселениях. Более того, натурные исследования показывают явное положительное взаимное влияние численности упомянутых выше митилид в Чёрном море [Заика и др., 1990].

Помимо возможности формирования более устойчивых агрегаций, можно предположить, что совместно формируемый поток воды при фильтрации способствует большему вовлечению питательной взвеси и её бо-

лее эффективному потреблению. При этом молодь, находящаяся непосредственно на раковине взрослого моллюска, получает за счёт создаваемого им тока воды больше питания, чем при самостоятельной фильтрации на водорослевом или грунтовым субстрате. Этим обстоятельством, вероятно, объясняется и повышенная концентрация полихет серпулид на макрофитах – обрастателях анадары в зоне, приближённой к каналам водотока моллюска (рис. 2А).

Мидии, являясь наиболее эффективными фильтраторами в Чёрном море, способны создавать плотные скопления со сплошным многоярусным покрытием с биомассой более 45 кг/м² при численности 2200 экз./м² [Зайка и др., 1990]. Это свидетельствует о том, что трофность Чёрного моря способна обеспечить питанием значительные скопления фильтраторов без конкуренции, критичной для их сосуществования, по крайней мере, в отдельных районах. Очевидно, что для некоторых зон шельфа Чёрного моря взаимодействие разных видов – более важный фактор, чем конкуренция за пищевые ресурсы, которых достаточно для нормального функционирования комплекса экологически близких видов. Полученные нами данные свидетельствуют об отсутствии негативного влияния *A. kagoshimensis* на местные биоценозы моллюсков-фильтраторов. Можно даже предположить, что анадара своим присутствием способствует развитию местных биоценозов, утилизируя избыточную органику.

Есть информация о взаимоотношении хищник – жертва между двумя инвазионными моллюсками рапаной и анадарой [Savini, Occhipinti-Ambrogi, 2006; Sahin et al., 2009; Колючкина и др., 2018]. При этом экспериментально показано, что в сравнении с двумя другими подопытными видами двустворчатых моллюсков, *R. venosa* явное предпочтение отдавала анадаре. Это позволило исследователям сделать вывод об определённом позитивном влиянии рапаны, поскольку вселенец *R. venosa*, являясь избирательным хищником анадары, способствует снижению её конкурентного пресса на аборигенные виды двустворчатых моллюсков [Savini, Occhipinti-Ambrogi, 2006]. Высказано мнение о возмож-

ности снижения рапаной обилия анадары в сотни и даже тысячи раз [Колючкина и др., 2018].

Однако, мониторинг рапаны Казачьей бухты, который проводится ежегодно начиная с 2015 г. [Бондарев, 2016], показал, что *A. kagoshimensis* ни разу не была обнаружена в довольно широком спектре питания хищника. Более того, рапана иногда использует анадару как элемент донного субстрата, откладывая на неё свои яичевые капсулы. Ранее отмечалось, что наряду с избирательностью для рапаны свойственен консерватизм в питании [Бондарев, 2015]. Поэтому *R. venosa* (пока) избирательно и консервативно предпочитает другие виды местных бивальвий анадаре, которая появилась в Казачьей бухте относительно недавно. В период наблюдений отмечено увеличение размеров особей *R. venosa* и, скорее всего, в ближайшей перспективе такой значительный пищевой резерв как анадара будет востребован хищником, в том числе из-за её крупного размера. Показано, что необходимость получения крупными особями *R. venosa* большего количества пищи в значительной мере обеспечивается увеличением размера её жертв [Бондарев, 2016]. Средний и максимальный размер (Н) особей рапаны за последние 5 лет увеличились от 46.1 мм ($\sigma - 6.50$) и 61.0 мм до 60.5 мм ($\sigma - 10.37$) и 81.5 мм, соответственно. Это свидетельствует о существенном улучшении кормовой базы *R. venosa* в бухте, в соответствии с вышеуказанным значительным увеличением биомассы фильтраторов.

Симбиотические отношения анадары, хамелеи и рапаны с макрофитами-обрастателями ранее были описаны для кавказского побережья Чёрного моря у Анапы и в районе Геленджикской бухты [Митясева и др., 2003; Minicheva et al., 2008]. Суммарное количество видов водорослей – обрастателей моллюсков в этих районах – 9. В Геленджикской бухте на глубине 5 м на раковинах моллюсков отмечены 2 вида зелёных водорослей – *Cladophora albida* (Nees) Kutzing 1843 и *Ulva lactuca* Linnaeus 1753 с их эпифитами Phaeophyceae – *Feldmannia irregularis* (Kützing) Hamel 1939 и *Ectocarpus confervoides* Le Jolis 1863. У побережья Анапы до глубины 15–20 м на ракови-

нах рапаны и анадары поселяются также зелёные – *Bryopsis hypnoides* J.V. Lamouroux 1809, *Cladophora vagabunda* (Linnaeus) Høek 1963, *Enteromorpha clathrata* (Roth) Greville 1830 и красные – *Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey 1834 и *Spermathamnon strictum* (Ag.) Ardiss. водоросли [Митясева и др., 2003]. К сожалению, не указано, присутствуют ли все водоросли на всех видах моллюсков или имеется видоспецифичность.

На *A. broughtonii* из Зал. Петра Великого обнаружена ламинария *Saccharina latissima* (Linnaeus) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders 2006 и *Ulva* spp. Всего на 13 видах *Bivalvia* из этого района обнаружено 13 видов водорослей, максимальное количество – 6 видов – на *Modiolus kurilensis* F. R. Bernard, 1983 [Lutaenko, Levenets, 2015].

По нашим предварительным данным, количество видов макроводорослей на *A. kagoshimensis* составляет более 20, что значительно больше, чем установлено ранее для анадары, но в 2.5 раза меньше, чем у синтопного *F. glaber*. У этого вида потенциальная площадь обрастания наибольшая среди *Bivalvia* бухты Казачьей, его обрастатели в процессе изучения, но, по предварительным данным, таксономический список водорослей на *F. glaber* включает более 50 видов. Это количество близко указанному для дальневосточного вида *M. yessoensis*. На самом крупном из дальневосточных гребешков *M. yessoensis* обнаружено 57 видов макрофитов [Левенец и др., 2005; Левенец, 2011]. В значительной мере количество видов водорослей объясняется существенным различием в площади поверхности, доступной обрастателям. О том, что размер раковин является определяющим фактором для развития на них водорослей, указано для анадары, хамелеи и рапаны у берегов Анапы и в районе Геленджикской бухты [Митясева и др., 2003].

Наши данные по количеству особей различных видов *Bivalvia*, несущих водорослевые обрастания, также показывают, что эпифиты наиболее развиты на моллюсках больших размеров с наибольшей потенциальной площадью прикрепления. Поэтому при одинаковой встречаемости (60%) количество обросших *A. kagoshimensis* (40 экз.) значительно превосходит количество *P. rudis* (2

экз.). *C. gallina*, при встречаемости 50%, занимает второе место (16 экз.) по количеству обросших особей среди инфауны *Bivalvia*. При встречаемости в дночерпательных пробах 20% *F. glaber* с водорослевыми обрастаниями собрано 24 экземпляра этого представителя эпибентоса. Аналогичный эффект описан для *R. venosa*, на которой обнаружено 65 видов макрофитов [Bondarev, Milchakova, 2018]. Большое количество видов макрофитов на *R. venosa* объясняется большей площадью поверхности раковины, доступной для колонизации, и на порядок большим количеством исследованных проб рапаны.

Макрофиты, прикрепленные на *A. kagoshimensis* и других моллюсках, получают дополнительные возможности для расселения в зоне рыхлых грунтов, где существует явный дефицит необходимого твёрдого субстрата. Важность вклада моллюсков в распространение прикрепленных водорослей на рыхлые грунты показана на примере *C. gallina*, плотность которой может достигать 300 экз./м², а 10–30 из них несут водорослевые обрастания [Minicheva et al., 2008]. По нашим данным, плотность всех двустворчатых моллюсков с обрастаниями макрофитами составляет 0.44 экз./м², а плотность анадары с эпифитами – 0.2 экз./м². Но даже при такой плотности можно говорить о специфическом биоценозе и даже ландшафте, облик которого определяют двустворчатые моллюски, обросшие макрофитами.

Диапазон обитания *A. kagoshimensis* в нашем районе исследований в основном совпадает со II (5–15 м) и частично с I – верхним этажом (до 5 м) горизонта фотофильной растительности Чёрного моря [Калугина-Гутник, 1975]. Обитание моллюсков в горизонте фотофильной растительности является причиной широкого развития водорослей среди обрастателей раковины. А приуроченность ко II этажу горизонта определяет среди обрастателей преобладание бурых и красных водорослей, которые характерны для этой зоны водной растительности [Калугина-Гутник, 1975]. Зелёные водоросли, среди которых преобладают *Cladophoraceae* и *Ulvaceae*, занимают подчинённое положение и чаще встречаются в качестве вторичных эпифитов.

Максимальные размеры отдельных ку-

стов макрофитов на анадаре достигают 46 см, что практически соответствует данным по длине талломов обрастателей моллюсков у кавказского побережья (45 см) [Митясева и др., 2003].

Макрофиты способствуют маскировке *A. kagoshimensis*, зачастую полностью покрывая моллюска талломами. Покрытая водорослями анадара не всегда погружается полностью в грунт и осваивается зооэпибионтами на выступающей части раковины. Насколько такое взаимодействие с макрофитами является полезным для анадары – вопрос спорный. Но самый крупный экземпляр самого старшего возраста (7 лет) был обнаружен покрытым кустиком *P. pavonica*. По данным [Dittman, Robles, 1991], обрастание водорослями замедляет рост и размножение мидии *M. californianus*. Водорослевые обрастания в районах с активной гидродинамикой облегчают смещение и транспортировку моллюсков в прибрежной зоне, что влияет на донные сообщества и приводит к гибели моллюсков [Lutaenko, Levenets, 2015]. Исследования воздействия динамики водного потока на два вида мидий *Mytilus edulis* L., 1758 и *M. californianus* с обрастаниями *Laminaria saccharina* (Linnaeus, 1753) J. V. Lamouroux, 1813, современное название *Saccharina latissima* (Linnaeus), показали 2–6-кратное увеличение силы воздействия по сравнению с необросшими особями [Witman, Suchanek, 1984]. В полузакрытой Казачьей бухте на глубинах свыше 4 м отсутствуют волнения и течения, способные извлечь или даже сместить моллюсков с водорослевыми обрастаниями, что показывают прямые наблюдения.

Покрытые макрофитами особи анадары служат ядром консорции аналогично консорции рапаны [Бондарев, Ревков, 2017а, 2017б, 2018; Бондарев, Бондаренко, 2019]. По имеющимся на текущий момент данным, таксономический состав зооконсортов анадары несколько беднее, чем у *R. venosa* и многих видов двустворчатых моллюсков эпифауны [Emrić, 1996; Наумов, 2006] по указанным выше для макрофитов причинам. Консорция *A. kagoshimensis* создаёт дополнительные возможности для выживания и распространения различных видов беспозвоночных, нуждаю-

щихся в твёрдом или растительном субстрате в зоне развития рыхлых грунтов. Комплекс видов – зооконсортов анадары, скорее всего, не способствует её жизнедеятельности и развитию.

Черноморские «аборигенные» двустворчатые моллюски средиземноморского происхождения, выполняющие важную функцию природного фильтра, имеют в развитии популяционные волны. У некоторых массовых видов на длительное время существенно падают показатели численности и биомассы, иногда эти виды могут даже выпадать из биоценоза. Отрицательные пиковые значения основных показателей их развития не всегда совпадают, что частично компенсирует уменьшение вклада в процесс фильтрации одного из них [Бондарев, 2013]. Появление в Чёрном море ещё одного эффективного фильтрата – *A. kagoshimensis*, способствующего распространению и выживанию других видов бентоса, может повысить устойчивость естественного биофильтра и экосистемы в целом.

Выводы

В Казачьей бухте на глубинах 4–10 м за последние 10 лет сформировался биоценоз *Anadara kagoshimensis*. Значительное увеличение биомассы, а также видового разнообразия комплекса моллюсков в районе исследования говорит в пользу положительного влияния этого вида на донный биоценоз.

Являясь представителем инфауны, *A. kagoshimensis* может выступать в роли эпифауны и служить субстратом для эпибионтов, выполняя функцию вида-эдификатора, формируя специфический комплекс альго- и зооконсортов и играя позитивную роль в сохранении видового разнообразия в отдельных районах Чёрного моря.

Таким образом, можно утверждать, что *A. kagoshimensis* нельзя однозначно считать инвазивным видом для биоценозов Чёрного моря. Более того, имеющаяся информация позволяет позитивно оценивать вселение анадары в Чёрное море, что не отменяет необходимость мониторинга взаимодействия комплекса аборигенных видов фильтраторов и вселенца.

Благодарности

Автор признателен анонимным рецензентам за конструктивные замечания и рекомендации, следование которым позволило повысить качество работы.

Финансирование работы

Работа выполнена по теме государственного задания ФГБУН ФИЦ ИнБЮМ «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана». Государственная регистрация № АААА-А18-118020890074-2.

Конфликт интересов

Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных автором.

Литература

- Анистратенко В.В., Халиман И.А. Двустворчатый моллюск *Anadara inaequalis* (Bivalvia, Arcidae) в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна // Вестник зоологии. 2006. Т. 40, вып. 6. С. 505–511.
- Баранов А.Ю., Левенец И.Р., Сабитова Л.И., Лебедев Е.Б. Макроэпibiоз трёх видов гребешка в водах южного Приморья // Известия ТИНРО. 2017. Т. 191. С. 196–209.
- Бондарев И.П. Динамика руководящих видов современных фаций Чёрного моря // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2013. № 3 (33). С. 78–93.
- Бондарев И.П. Биологические основы фациального структурирования шельфа Чёрного моря // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2014. № 4 (38). С. 72–90.
- Бондарев И.П. Особенности питания и перспективы развития рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) в Чёрном море // Вопросы сохранения биоразнообразия водных объектов: материалы Междунар. конф. (Ростов-на-Дону, 27 ноября 2015 г.) Ростов-на-Дону: ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. С. 44–48.
- Бондарев И.П. Структура популяций *Rapana venosa* (GASTROPODA, MURICIDAE) Севастопольских бухт (Чёрное море) // Морской биологический журнал. 2016. Том 1. № 3. С. 14–21.
- Бондарев И.П. Новые данные о биологии и экологии *Flelopecten glaber* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia, Pectinidae) в Чёрном море // Водные биоресурсы и среда обитания. 2019. Т. 2. № 2. С. 36–44 // (https://celestra.ru/uploads/files/N2_2019_36_44.pdf). Проверено 20.01.2020.
- Бондарев И.П., Бондаренко Л.В. Консорты брюхоногого моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) в северной части Чёрного моря. Часть IV: ARTHROPODA // Морской биологический журнал. 2019. Т. 4. № 2. С. 11–22. doi: 10.21072/mbj.2019.04.2.02.
- Бондарев И.П., Ревков Н.К. Консорты брюхоногого моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) в северной части Чёрного моря. Часть I: Porifera, Cnidaria, Bryozoa, Chordata // Морской биологический журнал. 2017а. Т. 2. № 2. С. 21–34. doi: 10.21072/mbj.2017.02.2.02.
- Бондарев И.П., Ревков Н.К. Консорты брюхоногого моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) в северной части Чёрного моря. Часть II: MOLLUSCA (Polyplacophora, Bivalvia) // Морской биологический журнал. 2017б. Т. 2. № 3. С. 12–22. doi: 10.21072/mbj.2017.02.3.02.
- Бондарев И.П., Ревков Н.К. Консорты брюхоногого моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) в северной части Чёрного моря. Часть III: MOLLUSCA (Gastropoda) // Морской биологический журнал. 2018. Т. 3. № 1. С. 3–14. doi: 10.21072/mbj.2018.03.1.02.
- Денисенко С.Г., Савинов В.М. Обрастания исландского гребешка в районе Семи Островов Восточного Мурмана // Бентос Баренцева моря. Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1984. С. 102–112.
- Евстигнеева И.К., Танковская И.Н., Гринцов В.В., Лисицкая Е.В., Макаров М.В. Биоразнообразие сообществ макрофитов бухты Казачья (Севастополь, Чёрное море) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2015. Т. 120, вып. 6. С. 51–64.
- Заика В.Е., Валовая Н.А., Повчун А.С., Ревков Н.К. Митилиды Чёрного моря. Киев: Наукова думка, 1990. 208с.
- Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1986. 739с.
- Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Чёрного моря. Киев: Наукова думка, 1975. 247с.
- Колочкина Г.А., Чикина В.Л., Бирюкова С.В., Булышева Н.И., Басин А.Б., Любимов И.В., Коваленко В.П. Долговременные изменения популяции двустворчатого моллюска-вселенца *Anadara kagoshimensis* на северо-восточном побережье Чёрного моря // Труды ВНИРО. 2018. Т. 170. С. 3–15.
- Левенец И.Р. Макроводоросли сообществ обрастания на мелководье южного Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2011. 187 с.
- Левенец И.Р., Овсянникова И.И., Лебедев Е.Б. Состав макроэпibiоза приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Петра Великого Японского моря //

- Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. 2005. Вып. 9. С. 155–168.
- Лутаенко К.А. К фауне двустворчатых моллюсков подсемейства Anadarinae (Arcidae) южной Индии // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. 2006. Вып. 10. С. 102–121.
- Митяева Н.А., Максимова О.В., Георгиев А.А. Флора макроводорослей северной части Российского побережья Чёрного моря // Экология моря. 2003. № 64. С. 24–28.
- Наумов А.Д. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа. СПб., 2006. 367с.
- Ревков Н.К. Особенности колонизации Чёрного моря недавним вселенцем – двустворчатым моллюском *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia, Arcidae) // Морской биологический журнал. 2016. Т. 1. № 2. С. 3–17. doi:10.21072/mbj.2016.01.2.01.
- Ревков Н.К., Болтачева Н.А., Бондарев И.П., Бондаренко Л.В., Тимофеев В.А. Состояние зооресурсов бентали глубоководной зоны шельфа Крыма после кризиса черноморской экосистемы второй половины XX века (по данным экспедиционных исследований 2010 г. на НИС «Профессор Водяницкий») // 100 лет Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского: Сборник научных трудов / Ред. А.В. Гаевская, А.Л. Морозова. Симферополь: Н. Орианда, 2015. С. 549–571.
- Ревков Н.К., Щербань С.А. Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* в Чёрном море // Экосистемы. 2017. Т. 9. С. 47–56.
- Солдатов А.А., Ревков Н.К., Петросян В.Г. *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / Ред. Ю.Ю. Дгебуадзе, В.Г. Петросян, Л.А. Хляп. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2018. 688с.
- Тихонова Е.А., Алёмов С.В. Характеристика донных осадков и макробентоса бух. Казачья в первой декаде XXI века // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь, 2012. № 26 (1). С. 88–94.
- Anistratenko V.V., Anistratenko O.Yu., Khaliman I.A. Conchological Variability of *Anadara inaequivalvis* (Bivalvia, Arcidae) in the Black – Azov Sea Basin // Vestnik zoologii. 2014. Vol. 48. No. 5. P. 457–466
- Bondarev I.P. Taxonomic status of *Flexopecten glaber ponticus* (Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1898) – the Black Sea *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Pectinidae) // Морской биологический журнал. 2018. Т. 3. № 4. С. 29–35. doi: 10.21072/mbj.2018.03.4.03.
- Bondarev I.P., Milchakova N.A. Macroalgal fouling of shells of *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda, Muricidae) in the Northern Black Sea // International Journal of Marine Science. 2018. Vol. 8. No. 15. P. 127–137. doi: 10.5376/ijms.2018.08.0015.
- Cerrano C., Calcinai B., Bertolino M., Valisano L., Baves-trello G. Epibionts of the scallop *Adamussium colbecki* (Smith, 1902) in the Ross Sea, Antarctica // Chemistry and Ecology. 2006. Vol. 22. Suppl. 1. P. 235–244.
- Dittman D., Robles C. Effect of algal epiphytes on the mussel *Mytilus californianus* // Ecology. 1991. No. 72. P. 286–296.
- Emrić V. Macroinvertebrate fauna associated with natural populations of Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) in Lim channel, Istra // Annales. Series historia naturalis. 1996. Vol. 6. No. 9. P. 67–72.
- Gosling E.M. Bivalve molluscs. Biology, ecology and culture. Cornwall: Fishing News Books, 2004. 443p.
- Krapal A.-M., Popa O.P., Levarda A.F., Iorgu E.I., Costache M., Crocetta F., Popa L.O. Molecular confirmation on the presence of *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) (Mollusca: Bivalvia: Arcidae) in the Black Sea // Travaux du Museum National d'Histoire Naturelle Grigore Antipa. 2014. Vol. 57(1). P. 9–12.
- Lutaenko K.A. The arcid collection (Bivalvia: Arcidae) of Carl Emil Lischke in the Zoological Institute, St. Petersburg // Arch. Molluskenkunde. 2015. Vol. 144. No. 2. P. 125–138.
- Lutaenko K.A., Levenets I.R. Observations on seaweed attachment to bivalve shells in Peter the Great Bay (East Sea) and their taphonomic implications // The Korean Journal of Malacology. 2015. No. 31(3). P. 221–232.
- Minicheva G., Maximova O.V., Moruchkova N.A., Simakova U.V., Sburlea A., Dencheva K., Aktan Y., Sezgin M. The State of Macrophytobenthos. Chapter 7 // State of the Environment of the Black Sea (2001–2006/7) / Editor Temel Oguz. Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008-3. Istanbul, Turkey. 448 pp. // (http://www.black-sea-commission.org/_publ-SOE2009.asp). Проверено 08.04.2020.
- Perrings C., Williamson M., Barbier E.B., Delfino D., Dalmazzone S., Shogren J., Simmons P., Watkinson A. Biological invasion risks and the public good: an economic perspective // Conservation Ecology. 2002. No. 6. P. 1–7.
- Sahin C., Emiral H., Okumus I., Mutlu Gozler A. The Benthic Exotic Species of the Black Sea: Blood Cockle (*Anadara inaequivalvis*, Bruguiere, 1789: Bivalve) and Rapa Whelk (*Rapana thomasi*, Crosse, 1861: Mollusc) // Journal of Animal and Veterinary Advances. 2009. Vol. 8. No. 2. P. 240–245.
- Savini D., Occhipinti-Ambrogi A. Consumption rates and prey preference of the invasive gastropod *Rapana venosa* in the Northern Adriatic Sea // Helgol. Mar. Res. 2006. No. 60. P. 153–159. <http://dx.doi.org/10.1007/s10152-006-0029-4>.
- Schejter L., Bremec C.S. Epibionts on *Flexopecten felipponi* (Dall, 1922), an uncommon scallop from Argentina // Amer. Malac. Bull. 2007. Vol. 22. No. 1 P. 75–82.
- Strafella P., Ferrari A., Fabi G., Salvalaggio V., Punzo E., Cuicchi C., Santelli A., Cariani A., Tinti F., Tassetti A., Scarcella G. *Anadara kagoshimensis* (Mollusca: Bivalvia: Arcidae) in Adriatic Sea: morphological analysis, molecular taxonomy, spatial distribution, and prediction // Mediterranean Marine Science. 2018. 18 (3). P. 443–453. <http://dx.doi.org/10.12681/mms.1933>.
- Streftaris N., Zenetos A. Alien marine species in the Mediterranean – the 100 ‘worst invasives’ and their impact // Mediterranean Marine Science. 2006. No. 7. P. 87–118.
- Witman J.D., Suchanek T.H. Mussels inflow: drag and dislodgement by epizoans // Marine Ecology Progress Series. 1984. No. 16. P. 259–268.

FEATURES OF *ANADARA KAGOSHIMENSIS* (BIVALVIA, ARCIDAE) BIOCENOTIC RELATIONS IN THE KAZACHYA BAY OF THE BLACK SEA

© 2020 Bondarev I.P.

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of the RAS,
Sevastopol, 299011, Russia
e-mail: igor.p.bondarev@gmail.com

The bivalve mollusk *Anadara kagoshimensis* is classified among the 100 most dangerous invasive species of the Mediterranean and Black seas. Using the example of the settlement of anadara in the Kazachya (Cossack) Bay (Crimea, the Black Sea), biocenotic relations of the mollusk with bottom grounds, epibionts, potential environmental competitors and predator – *Rapana venosa* – are revealed and discussed. Relations with the complex of phytoepibionts and zoepibionts are given for *A. kagoshimensis* for the first time. It is shown that anadara can be an edificator and form a specific complex of algoconsorts and zooconsorts, playing a positive role in increasing and preserving the species diversity in certain areas of the Black Sea. The increase in biomass and diversity of mollusks – filter feeders since the onset of anadara in the study area speaks in favor of its positive effect on the biocenosis.

Keywords: biocenosis, macrophytes, mollusks, ecology, epibionts, Black Sea.