



УДК 594.124.(262.5)

М. А. Ковалёва¹, аспирант, Н. А. Болтачёва¹, к. б. н., ст. н. с., Н. С. Костенко², к. б. н., учён. секр.

¹Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

²Карадагский природный заповедник им. Т. И. Вяземского Национальной академии наук Украины, Феодосия, Украина

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ПОСЕЛЕНИЯ МУТИЛИДАЕ НА СКАЛАХ КАРАДАГА (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Приведены количественные данные о развитии *Mytilus galloprovincialis* на скалах Карадага (юго-восточное побережье Крыма, Чёрное море) в 1981, 1998 и 2009 гг. Проанализированы многолетние (с 1938 г.) изменения обилия *M. galloprovincialis* и *Mytilaster lineatus* в этом биотопе. Показано, что количественное развитие скаловой мидии в 1980 – 1990 гг. увеличилось более чем в 60 раз. В настоящее время наблюдается снижение численности и биомассы мидий, омоложение популяции, уменьшение продолжительности жизни особей. Высказывается предположение, что выявленные флуктуации численности мидий являются, в первую очередь, результатом изменения степени эвтрофирования Чёрного моря и лишь отчасти связаны с прессом хищного моллюска-вселенца *Rapana venosa*.

Ключевые слова: *Mytilus galloprovincialis*, *Mytilaster lineatus*, многолетняя динамика, Чёрное море

В Чёрном море различают две формы мидии *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) – скаловую и иловую. Наиболее подробную информацию об иловой мидии можно встретить в работах [19, 20], в которых приведены данные о состоянии популяции этой формы в шельфовых зонах Болгарии, Румынии и Украины. При этом автор отмечает тенденцию общего ухудшения состояния мидиевых поселений, о чём свидетельствуют изменения таких популяционных характеристик, как плотность поселения, биомасса, средняя масса одной особи, продукционные и репродукционные свойства мидий, их смертность, средний возраст, максимальная продолжительность жизни, степень воспроизводства. Подобные изменения объясняются возросшим уровнем эвтрофирования вод, сопровождающимся появлением и распространением зон природной гипоксии [19, 20]. Сведения же о скаловой форме мидии в литературе весьма неполны и относятся к 1970 – 1980 гг. [5, 17, 18]. Скаловая мидия обитает вдоль побережья южного, отчасти и западного Крыма, а наиболее плотные поселения образует на скалах вулканического происхождения [5]. В биотопе скал и камней большое значение как доминант имеет и другой вид митилид – *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1790) [5]. Большинство сведений о распределении и

обилии этих двух видов митилид получены ранее в районе Карадага.

Цель настоящей работы – выяснить современное состояние поселений скаловой мидии и проанализировать многолетнюю динамику количественного развития митилид на скалах Карадага.

Материал и методы. В статье анализируются данные летних сборов эпифитона 1981, 1998 и 2009 гг. со скал в акватории Карадагского заповедника. Пробы отбирались водолазом на глубине 0 – 12 м с помощью бентосной рамки, обшитой мельничным газом с диаметром ячеи 0.5 мм, площадью 0.1 м² в 1981 и 1998 гг., 0.04 и 0.06 м² – в 2009 г. Для сопоставления наших данных с литературными съёмка 2009 г. выполнена отчасти по сетке станций И. В. Шаронова 1938 – 1940-го гг. [18] и И. А. Синегуба – 1978 – 1980 гг. [17]. Собранный материал фиксировали 4 % формалином. У мидий измеряли высоту раковины (наибольшее расстояние между макушкой и противоположным краем раковины). В процессе индивидуального развития макушка у мидий смещается со спинного на передний край раковины, поэтому высоту раковины этих моллюсков, как правило, называют её длиной, подразумевая под этим её наибольший размер. Во избежание путаницы мы также обозначаем измеренный

параметр как длину раковины. Индивидуальный возраст моллюсков определяли путём подсчёта ежегодных зон прироста раковин, видимых в проходящем свете [20]. Для вычисления средних значений и ошибки средних использовали методы вариационной статистики. В целом собрано и обработано 64 пробы.

В 1981 и 1998 гг. материал собирали на скалах Маяк, Золотые ворота и Иван-Разбойник, причём учитывались только взрослые особи длиной не менее 20 мм. Поэтому при сравнении материалов 2009 г. с данными указанных лет учитывали пробы моллюсков только указанного размера, собранные в этих же точках. Для анализа использованы 29 проб, собранных в 1981 г., 7 проб – в 1998-м, 22 пробы – в 2009 г. При рассмотрении размерной структуры мидий на глубине 0 – 2 м использованы 1445 экз., отобранных в 1981-м, 1059 экз. – в 1998-м и 174 экз. – в 2009 г. Возраст определён у 285 особей из сборов 1998-го и у 69 – 2009 г.

Сетке станций И. В Шаронова и И. А. Синегуба соответствовала часть точек из нашей съёмки 2009 г. на глубине 0 – 3 м между Кузьмичёвым камнем на западе и Сердоликовой бухтой на востоке. В этих материалах (16 проб) учитывали моллюсков всех размеров.

Результаты и обсуждение. Мидии на скалах по глубине распределяются неравномерно, поэтому мы сравнивали биомассу моллюсков в разные годы на одних и тех же глубинах. Оказалось, что биомасса мидий в 2009 г. по сравнению с 1981 и 1998 гг. уменьшилась в десятки раз (рис. 1).

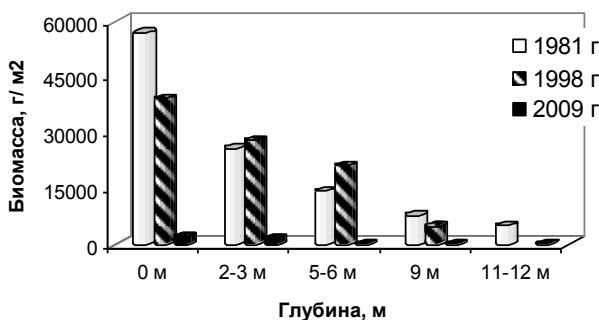


Рис. 1 Средняя биомасса мидий в обрастаниях скал Карадага ($г \cdot м^{-2}$) на глубине 0 – 12 м в разные периоды исследований

Fig. 1 The average biomass of mussels in foulings of Karadag rocks ($g \cdot m^{-2}$) at a depth of 0-12 m at different periods of research

Так, на глубине 0 м в 2009 г. биомасса моллюсков составляла $2087 г \cdot м^{-2}$, а в 1981 и 1998 гг. – соответственно 57200 и $39180 г \cdot м^{-2}$.

Важнейшим показателем состояния популяции является её размерно-возрастная структура. В 2009 г. полноценная разновозрастная популяция мидий на глубине свыше 2 м не обнаружена, поэтому проанализирована структура популяции в сравниваемые годы только на глубинах 0 и 2 м. Размерная структура популяции мидий на глубине 0 м в 1981 и 1998 гг. представлена разным количеством поколений (рис. 2).

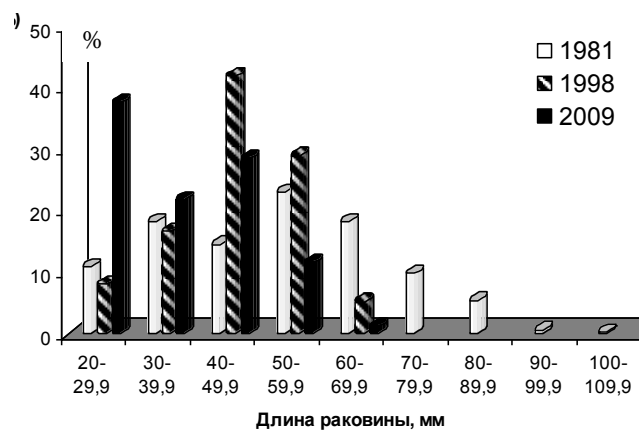


Рис. 2 Размерная структура мидий на глубине 0 м в разные годы исследований

Fig. 2 Size structure of mussels at a depth of 0 m at different years of research

Большую часть популяции представляли особи размером 30 – 60 мм. Наибольшая длина моллюсков в 1981 г. составляла 110 мм, в 1998-м – 70 мм. В 2009 г. в популяции преобладали более мелкие моллюски, доля особей размерной группы 20 – 30 мм достигала 37 %, максимальная длина мидий – 70 мм.

На глубине 2 м популяция представлена разновозрастными особями, её размерная структура в 1981 и 1998 гг. почти одинакова (рис. 3). В 2009 г. в поселении присутствовали особи фактически одной размерной группы – 20 – 30 мм, а на глубине более 2 м были обнаружены лишь единичные особи, что свидетельствует об отсутствии нормальных поселений мидий на этих глубинах в исследуемый период.

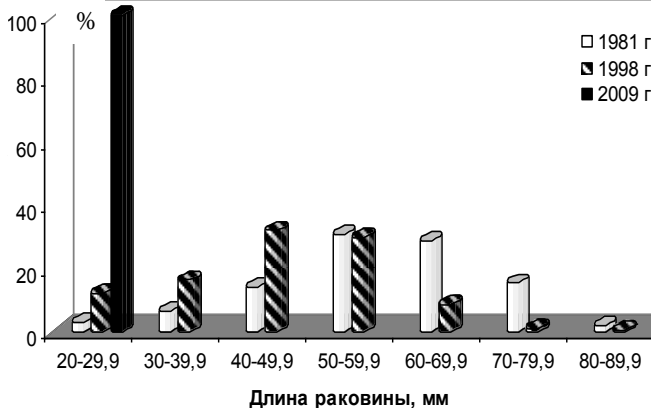


Рис. 3 Размерная структура мидий на глубине 2 м в разные годы исследований
Fig. 3 Size structure of mussels at a depth of 2 m at different years of research

Достоверность различий размерной структуры популяции мидий в разные годы исследований подтверждает сравнение средних размеров моллюсков в пробах с глубины 0 м (рис. 4). Средняя длина мидий в 1981 г. – 52.3, в 1998-м – 45.5, а в 2009 г. – 36.1 мм.

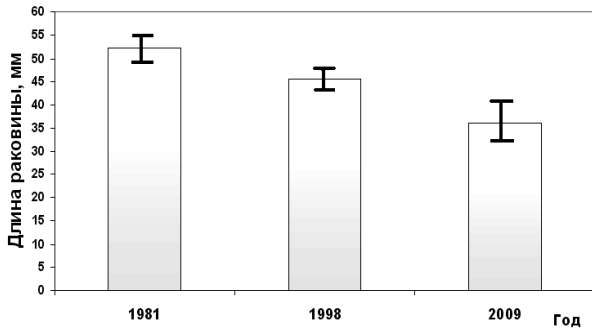


Рис. 4 Средняя длина мидий на глубине 0 м в разные годы исследований
Fig. 4 The average length of mussels at a depth of 0 m at different years of research

В материалах 1998 и 2009 гг. был определен возраст мидий. В 1998 г. в популяции присутствовали особи 8 возрастных классов, преобладали трёхлетки, максимальный возраст – 7 лет. В 2009 г. наблюдалось заметное омоложение популяции: 41 % особей составляли сеголетки, а максимальный возраст моллюсков составлял 4 года (рис. 5).

Сравнение кривых группового линейного роста показало, что скорость роста мидий в 1998 и 2009 гг. практически не отличалась в пределах возрастной группы 0 – 4 года.

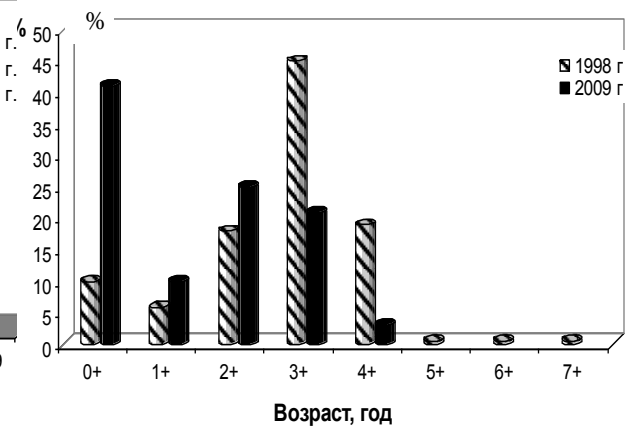


Рис. 5 Возрастная структура популяции мидий на глубине 0 м в разные годы исследований
Fig. 5 The age structure of the population of mussels at different years of research

Однако следует отметить, что в материалах 2009 г. было мало мидий. Чтобы проследить изменение скорости роста моллюсков, мы воспользовались данными 1981 г., рассчитанными одним из авторов настоящей статьи и опубликованными ранее [5]. Из приведённых кривых роста видно, что уже в 1998 г. темп роста и продолжительность жизни мидий были существенно ниже, чем в 1981 г. (рис. 6). Тогда можно предположить, что уже в 1998 г. условия существования мидий, по сравнению с 1981 г., были хуже. Об этом свидетельствует также и уменьшение среднего размера моллюсков в 1998 г. (рис. 4). Максимальная продолжительность жизни мидий уменьшалась на протяжении исследуемого периода. В 1981 г. обнаружены моллюски возрастом до 10 лет, в 1998 г. – 7 лет и в 2009 г. – 4 лет.

Таким образом, при анализе изменений в развитии поселений мидий на скалах Карадага в первую очередь очевидно заметное – в 43 раза – уменьшение биомассы мидий в нынешнее время по сравнению с 80-ми годами прошлого столетия.

Некоторые авторы причиной этого считают выедание мидий хищным моллюском *Rapana venosa* Valenciennes, 1846, который в огромных количествах размножился на мелководье крымского побережья [2, 13]. Первое появление рапаны в Чёрном море датируют 1947 г. [3]. По наблюдениям авторов, в конце 1980-х

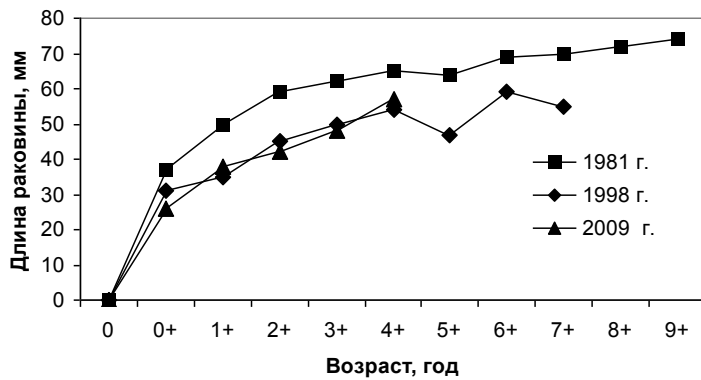


Рис. 6 Кривая группового линейного роста мидий на глубине 0 м в разные годы исследований
Fig. 6 The curve of the linear growth of mussels at a depth of 0 m in different years of research

рапаны на Карадаге было довольно много, однако она держалась на глубине свыше 10 м и в массовом количестве выходила на небольшие глубины лишь в период размножения [6]. В настоящее время результаты ландшафтных съёмок свидетельствуют о наличии огромного количества рапаны (до 27 экз.·м⁻²) в пределах глубин 2 – 12 м [1, 11]. Рапана хорошо ползает по вертикальным поверхностям, чему препятствует лишь прибойность на открытых участках берега. Поэтому можно предположить, что наименьшему прессу хищников подвержены мидии, живущие у уреза воды, но с увеличением глубины пресс возрастает. Следствием этого может стать снижение численности и биомассы мидий, а также уменьшение количества особей старших возрастов с увеличением глубины (рис. 1), что особенно наглядно демонстрируют данные 2009 г. (рис. 2, 3, 5). Таким образом, гипотеза о влиянии рапаны на деградацию поселений скаловой мидии представляется вполне оправданной.

Напомним, что для района Карадага известны данные самого первого (1938 – 1940 гг.) в Чёрном море количественного учёта бентоса на жёстких субстратах на глубине 0 – 2 м [18]. В 1978 – 1980 гг. аналогичное исследование в этом же районе с использованием тех же методов провёл И. А. Синегуб [17]. Наша съёмка 2009 г. выполнялась с целью сравнения с данными названных авторов. Известно, что чис-

ленность моллюсков колеблется в зависимости от сроков и методов (учёт ювенильных особей) сбора материала. Биомасса является более стабильным показателем и для моллюсков практически не зависит от сезонности сбора материалов.

Наиболее значимым по биомассе моллюском в обрастаниях скал Карадага, помимо мидии, является *Mytilaster lineatus*. Сравнение биомассы этих двух видов митилид в разные периоды исследований приводит к следующим выводам (рис. 7).

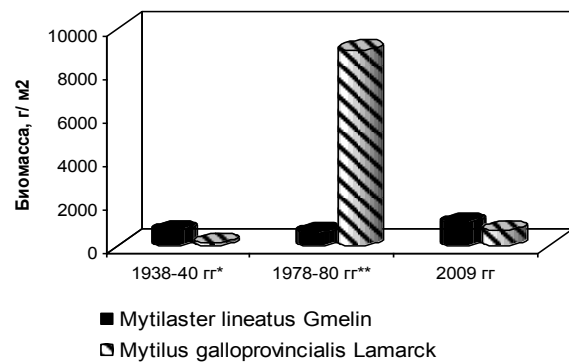


Рис. 7 Средняя биомасса *Mytilus galloprovincialis* и *Mytilaster lineatus* в обрастаниях скал Карадага (г·м⁻²) на глубине 0 – 3 м в разные периоды исследований (* – по [18], ** – по [17])

Fig. 7 The average biomass of *Mytilus galloprovincialis* and *Mytilaster lineatus* in Karadag rocks foulings (g·m⁻²) at a depth of 0 – 3 m at different periods of research (* – [18], ** – [17])

В 1938 – 1940 гг. в сообществе скал по биомассе доминировал митилястер, биомасса мидии была незначительна, – в среднем 136 г·м⁻² [18]. В 1978 – 1980 гг. руководящая роль перешла к мидии, её средняя биомасса увеличилась в 10 раз (9050 г·м⁻²), а максимальная достигла 15835.6 г·м⁻² [17]. В 2009 г. на этом же полигоне, по нашим данным, средняя биомасса мидий составила 707 г·м⁻². В этот же период биомасса митилястера составляла: в 1938 – 1940 гг. – 689, 1978 – 1980 гг. – 549, в 2009 г. – 1043 г·м⁻². Отношение биомассы мидий к таковой митилястеров в исследуемые периоды было равно соответственно 0.2, 16.5 и 0.7. Рапаны в первый период исследований на

Карадаге не было, а мидия, тем не менее, присутствовала в незначительных количествах, поэтому гипотезу о том, что единственной причиной резкого сокращения численности мидий на скалах в последние годы (в сравнении с 1980 – 1990 гг.) является их выедание рапанами, нельзя считать правомочной. Поскольку мидия – фильтратор, основу питания которого составляет фитопланктон, то причину необыкновенной вспышки развития скаловой мидии в 1980 – 1990 гг. можно связать с известным повышением эвтрофикации, массовым развитием микроводорослей и увеличением продукции фитопланктона в Чёрном море в 1970 – 1980 годы [7, 10].

Период с середины 1990-х годов и по настоящее время характеризуется понижением уровня эвтрофикации, однако продукционные показатели экосистемы Чёрного моря ещё не вышли на уровень «доэвтрофикационного периода» [4, 12, 21]. Косвенно подтверждает наше предположение зарегистрированное в начале 1990-х повышение количественного развития в Чёрном море мелководных двустворчатых моллюсков-фильтраторов [14]. Биомасса доминирующей в песчаных биотопах *Chamelea gallina* возросла в эти годы не

менее чем в 10 раз [9, 15], что объясняется повышением уровня эвтрофирования вод [16]. В настоящее время в районе Карадага отмечено снижение количественных показателей *Ch. gallina*, вплоть до уровня 1970-х гг. [8, 15].

Выводы. 1. На протяжении последних 70 лет в биотопе скал Карадага наблюдались значительные флуктуации обилия *Mytilus galloprovincialis*, в отличие от *Mytilaster lineatus*, биомасса которого в течение этого периода оставалась практически на одном уровне. **2.** В 1980 – 1990 гг. отмечена вспышка количественного развития скаловой мидии, предполагаемая причина которой – в увеличении эвтрофикации и, соответственно, увеличении кормовой базы моллюска. **3.** В настоящее время наблюдается снижение численности и биомассы мидий, омоложение популяции, уменьшение продолжительности жизни особей. В первую очередь, это, по-видимому, связано с глобальными процессами изменения степени эвтрофирования вод Чёрного моря и лишь отчасти вызвано прессом хищного моллюска – вселенца *Rapana venosa*.

Благодарности. Авторы выражают благодарность М. В. Макарову и Т. П. Гетьману за сбор материала в 2009 г.

1. Болтачёва Н. А., Ревков Н. К., Бондаренко Л. В. и др. Макрозообентос акватории Карадагского природного заповедника // *Летопись природы*. – 2008. – 25. – С. 150 – 174.
2. Гудимов А. В. Мидии Карадага (Чёрное море): деградация популяции, экология, функциональные адаптации // *ДАН*. – 2008. – 422, № 3. – С. 421 – 423.
3. Драпкин Е. И. Новый моллюск в Чёрном море // *Природа*. – 1953. – № 9. – С. 92 – 95.
4. Заика В. Е. Де-эвтрофикация Чёрного моря и влияние климатических осцилляций // *Сб. науч. тр., посвящ. 90-летию Новороссийской морск. биол. станции им. проф. В. М. Арнольди* – Краснодар, 2011. – С. 88 – 91.
5. Заика В. Е., Валовая Н. А., Повчун А. С., Ревков Н. К. Митилиды Чёрного моря. – К.: *Наук. думка*, 1990. – 208 с.
6. Костенко Н. С. Изучение миграции рапаны в Карадагском заповеднике (Чёрное море) // *IV Всесоюз. конф. по пром. беспозвоночным*. – Севастополь, 1986. – С. 238 – 240.
7. Кузьменко Л. В., Сеничкина Л. Г., Алтухов Д. А., Ковалёва Т. М. Количественное развитие и распределение фитопланктона в водах у юго-восточного побережья Крыма // *Карадаг–2001: сборн. науч. тр. к 85-летию Карадаг. науч. ст. им. Т. И. Вяземского*. – Симферополь, 2001. – С. 126 – 134.
8. Мазлумян С. А., Болтачёва Н. А., Ревков Н. К. Изменение разнообразия бентоса в биотопе песка в акватории Карадагского природного заповедника (юго-восточное побережье Крыма) // *Карадаг–2009: сборн. науч. тр. к 95-летию Карадагской науч. станции и 30-летию Карадаг. природного заповедника НАН Украины*. – Ред. А. В. Гаевская, А. Л. Морозова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – С. 382 – 400.
9. Мазлумян С. А., Болтачёва Н. А., Колесникова Е. А. Изменение разнообразия зообентоса рыхлых грунтов в районе юго-восточного Крыма (на примере бухты Лисьей) // *Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма*

- (черноморский сектор). – Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 229 – 238.
10. Маньковский В. И., Владимиров В. Л., Афонин Е. И. и др. Многолетняя изменчивость прозрачности воды в Чёрном море и факторы, обусловившие её сильное снижение в конце 80-х и начале 90-х годов // Севастополь, 1996. – С. 1–32.
 11. Марченко В. С. Опыт учёта численности и биомассы *Rapana thomasi* в акватории Карадагского природного заповедника // Летопись природы. – 2006. – 21. – С. 166 – 169.
 12. Микаэлян А. С., Силкин В. А., Паутова Л. А. Развитие кокколитофорид в Чёрном море: межгодовые и многолетние изменения // Океанология. – 2011. – 51, № 1. – С. 45 – 53.
 13. Морозова А. Л., Смирнова Ю. Д. Гидрохимические параметры акватории Карадагского заповедника и состояние популяций мидий и рапаны // Наук. зап. Терноп. пед. уні-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біол. – 2005. – Спец. вип. «Гідроекологія», № 4 (27). – С. 153 – 155.
 14. Ревков Н. К. Многолетние изменения зообентоса рыхлых грунтов в районе юго-западного Крыма // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 222 – 229.
 15. Ревков Н. К. Некоторые замечания по составу и многолетней динамике фауны моллюсков рыхлых грунтов юго-восточного Крыма (Чёрное море) // Карадаг–2009: сборник науч. тр. к 95-летию Карадагской науч. станции и 30-летию Карадаг. природного заповедника НАН Украины. – Ред. А. В. Гаевская, А. Л. Морозова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – С. 251 – 261.
 16. Ревков Н. К., Валовая Н. А., Колесникова Е. А. и др. К вопросу о реакции черноморского макрозообентоса на эвтрофирование // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 1999. – С.199 – 212.
 17. Синегуб И. А. Макрофауна зоны верхней сублиторали скал в Чёрном море у Карадага // Карадаг. Гидробиологические исследования: Сборн. научн. тр. к 90-летию Карадаг. науч. станции им. Т. И. Вяземского и 25-летию Карадаг. природного заповедника НАН Украины. – Севастополь, 2004. – Кн. 2. – С. 121 – 133.
 18. Шаронов И. В. Фауна скал и каменистых россыпей в Чёрном море у Карадага // Тр. Карадаг. биол. ст. – 1952. – Вып. 12. – С. 68 – 79.
 19. Шурова Н. М. Современное состояние поселений мидий западного и северо-западного шельфа Чёрного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2005. – Вып. 12. – С. 565 – 573.
 20. Шурова Н. М., Золотарёв В. Н. Сезонные слои роста в раковинах мидий Чёрного моря // Биология моря. – 1988. – №1. – С.18 – 22.
 21. Юнёв О. А. Эвтрофикация и годовая первичная продукция фитопланктона глубоководной части Чёрного моря // Океанология. – 2011. – 51, № 4. – С. 658 – 668.

Поступила 09 сентября 2011 г.
После доработки 12 апреля 2012 г.

Багаторічна динаміка стану поселення Mytilidae на скелях Карадага (Чорне море). М. А. Ковальова, Н. А. Болтачова, Н. С. Костенко. Наведені дані про кількісний розвиток *Mytilus galloprovincialis* на скелях Карадагу (південно-східне узбережжя Криму, Чорне море) в 1981, 1998 і 2009 рр. Проведений аналіз багаторічних (з 1938 р.) змін чисельності *M. galloprovincialis* і *Mytilaster lineatus* в цьому біотопі. Показано, що в 1980-1990 рр. відбулося збільшення в 70 разів кількісного розвитку скельової мідії. В теперішній час спостерігається зниження чисельності і біомаси мідій, омолодження популяції, зменшення тривалості життя особин. Висловлюється припущення про те, що виявлені флуктуації чисельності мідій є, в першу чергу, результатом глобальних процесів зміни ступеня евтрофування і лише частково пов'язані з пресом хижого моллюска-вселенця *Rapana venosa*.

Ключові слова: *Mytilus galloprovincialis*, *Mytilaster lineatus*, багаторічна динаміка, Чорне море

Long-term dynamics of state settlement Mytilidae on Karadag rocks (Black Sea). M. A. Kovaleva, N. A. Boltacheva, N. S. Kostenko. Data on the quantitative development of *Mytilus galloprovincialis* on the Karadag rocks (south-east coast of the Crimea, Black Sea) in 1981, 1998 and 2009 were presented. The long-term (since 1938) changes of abundance of *M. galloprovincialis* and *Mytilaster lineatus* in this biotope were analyzed. In 1980-1990 years an increasing of the quantitative development of rock mussels in 70 times are revealed. Currently the number and biomass of mussels reduction of life expectancy of individuals are decreasing, while rejuvenation population had found. The observed fluctuations in the mussels numbers are the result of global processes of eutrophication level changes. Predatory of snail-invader *Rapana venosa* is secondary factor affecting on mussels settlement.

Key words: *Mytilus galloprovincialis*, *Mytilaster lineatus*, long-term dynamics, Black Sea