

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»
ФГБУН «Зоологический институт РАН»
Российское малакологическое общество
ФГБУН «Институт экологии растений и животных УрО РАН»
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»
ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН»
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ МАЛАКОЛОГИИ

Сборник научных трудов всероссийской научной конференции
с международным участием, посвященной 100-летию юбилею
И.М. Лихарева и П.В. Матёкина

(НИУ «БелГУ», 1–3 ноября 2017 года)



Белгород 2017

25. Увалиева К.К. Наземные моллюски Казахстана и сопредельных территорий/ К.К. Увалиева // Алма Ата: Наука, 1990. - 203 с.

26. Шилейко А.А. Наземные моллюски надсемейства *Helicoidea*. Фауна СССР/ А.А.Шилейко // Моллюски. Т.3, вып 6. –Л.: Наука, 1978. - 384 с.

27. Шилейко А.А. Наземные моллюски подотряда *Pupillina* фауны СССР (*Gastropoda, Pulmonata, Geophila*). / А.А.Шилейко // Фауна СССР. Моллюски. Т 3. вып. 3. N130. – Л.: Наука, 1984. – 399 с.

УДК 594

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФЕНЕТИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОСЕЛЕНИЙ МИДИИ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПОЛУЗАКРЫТЫХ И ОТКРЫТЫХ АКВАТОРИЯХ ПРИБРЕЖЬЯ КРЫМА

И.И. Казанкова¹, Ю.С. Баяндина²

¹Институт природно-технических систем, Севастополь, Россия
e-mail: ikazani@bk.ru

²Институт морских биологических исследований, Севастополь, Россия
e-mail: sepulturka@mail.ru

Изучение фенетического состава поселений *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 дает возможность лучше понимать механизмы функционирования этого вида, численность которого в Черном море в последние десятилетия значительно снизилась. Были предприняты попытки объяснить особенности фенетического состава мидий по цвету раковины и мягких тканей влиянием различных факторов среды: освещенности [2, 6, 11], загрязненности [1, 9], солености [10]. В 2000-2008 гг проведено исследование фенетического состава мидий в поселениях у открытых берегов южного и юго-западного Крыма, в котором отмечалась устойчивость этой характеристики для популяции мидии в изученных акваториях [5].

Настоящая работа является продолжением этих исследований и имеет целью сравнение изменчивости фенетического состава мидий в поселениях, находящихся на начальных этапах формирования, в полузакрытых и открытых акваториях.

Материал и методы. Исследование проводили в полузакрытой эстуарного типа Севастопольской бухте, в ее устьевой (район Мартыновой бухты), срединной (вблизи Ушаковой балки) и вершинной (у насосной станции ТЭЦ) части, а также в открытых акваториях: в районе севастопольского взморья, прилегающего к Севастопольской бухте, у м. Фиолент, и в акваториях Южного берега Крыма (ЮБК) – б. Ласпи и Голубом заливе (рис. 1).



Рис. 1. Районы исследования. СВ – севастопольское взморье, МБ – Мартынова бухта, УБ – Ушакова балка, НС – насосная станция ТЭЦ.

В б. Ласпи и Голубом заливе глубина места исследования достигала 20-25 м, у мыса Фиолент – 8 м, в районе севастопольского взморья и Мартыновой бухты – 18, Ушаковой балки и насосной станции – 5 м. Субстраты, на которых находились поселения мидий, имели в основном искусственное происхождение: веревочные коллекторы, используемые в марикультуре, канаты, буйки, сваи, садки. Естественные субстраты были представлены скалами в районе м. Фиолент, на которых у уреза воды располагались колонии молодых мидий. Горизонты глубины сбора материала – от 0 до 17 м.

Всего в период с 2000 по 2014 гг. собрали 51 выборку мидий численностью от 123 до 1400 экз. Основные характеристики выборок представлены в таблице. Минимальная длина мидий составила 3 мм, максимальная – 47 мм. То есть возраст изученных поселений не превышал 1,5 лет. В основной своей массе мидии были длиной до 30 мм.

Также анализировали поселения мидий, образовавшиеся на экспериментальных субстратах с ворсистой поверхностью из акриловых нитей [7]. Размер особей на этих субстратах достигал всего 0,4 – 4,2 мм, их фенетические особенности изучали с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10.

Окраска раковины *M. galloprovincialis* зависит от комбинации двух цветов – синего, проявляющегося только в остракуме, состоящего из кристаллов кальцита в белковой конхиолиновой обертке, и коричневого, характерного как для остракума, так и периостракума, представленного только конхиолином. Цветовую морфу определяли по присутствию или отсутствию синей окраски у раковины [2]. В первом случае мидию относили к синей морфе, во втором – к коричневой.

На рис. 2 только первая особь относится к коричневой морфе, остальные – к синей. У пятой мидии слабое синее окрашивание проявляется на значительном расстоянии от верхушки, его можно увидеть, сняв конхиолиновый слой. Распределение окраски во внимание не принималось.

Также определяли присутствие или отсутствие пигментации у края мантии и ноги, разделяя мидий на пигментированных и депигментированных («альбиносов») особей. Фены определяли у живых мидий, которых после исследования возвращали в море. Выборки сравнивали по величине доли мидий с синей окраской раковины и «альбиносов». При расчете доверительных интервалов использовали формулу ошибки относительных величин.

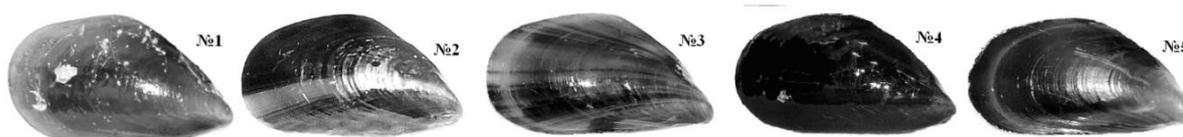


Рис. 2. Типы окраски раковины у мидий: 1 – коричневая морфа, 2 - 5 – синяя морфа

Результаты

Доля синих особей. В выборках с глубины 0-4 м из поселений, возраст которых составлял 4-18 месяцев, мидии достигали длины от 3-18 до 11-47 мм. Доля особей с синей раковиной (*C*) в них составляла: в открытых акваториях ЮБК и Фиолента – 43-62,5% в районе севастопольского взморья – 45-83% и в Севастопольской бухте – 47-97% (рис. 3). То есть, минимальные значения *C* во всех трех районах изменялись в пределах нескольких процентов, максимальные – нескольких десятков процентов. Наибольшая изменчивость исследуемого параметра наблюдалась в Севастопольской бухте, причем в различных ее частях *C* изменялась неодинаково, например, в устье – от 70 до 89%, в вершинной части – от 47 до 96%.

Таблица

Время и место сбора мидий, их размерный диапазон и численность в выборках

СБ, глубина 0-1 м				СВ, глубина 0-1 м			СВ, глубина 7-17 м			М. Фиолент и ЮБК, глубины: 0-4 и 15* м		
№ выборки	Дата и место	№, экз.	Длина, мм	Дата	№, экз.	Длина, мм	Дата	№, экз.	Длина, мм	Дата, место и время экспозиции экспериментальных субстратов	№, экз.	Длина, мм
1	09. 2006 (МБ)	1100	5 - 25	05. 2000	1121	5 - 11	05. 2000	1063	4 - 8	09. 2006 (Л)	974	5 - 35
2	03. 2008 (МБ)	221	13 - 24	05. 2000	687	5 - 11	11. 2000	551	5 - 36	08. 2007 (Ф)	532	5 - 15
3	07. 2008 (НС)	232	5 - 20	08. 2000	1012	5 - 27	10. 2014	542	10 - 40	04. 2008 (Л эксп.)	312	0,4 - 2
4	«-»	1395	4 - 22	10. 2000	1003	5 - 44	10. 2014	238	10 - 40	04. 2008* (Л эксп.)	468	0,3 - 1,5
5	10. 2008 (НС)	227	10 - 30	01. 2001	322	5 - 43	10. 2014	440	10 - 40	06. 2008* (Л)	1405	3 - 6
6	08. 2009 (НС)	231	5 - 15	07. 2009	225	5 - 20	10. 2014	408	10 - 40	08. 2008 (Ф)	226	5 - 40
7	05. 2011 (НС)	117	5 - 17	08. 2011	123	8 - 26	10. 2014	485	10 - 40	10. 2008 (Л)	390	5 - 35
8	08. 2011 (НС)	170	5 - 35	09. 2011	205	12 - 38	10. 2014	541	10 - 40	07. 2009 (Л)	202	3 - 20
9	08. 2011 (МБ)	353	6 - 36	10. 2014	632	10 - 40	10. 2014	640	10 - 40	11. 2009 (Л)	227	10 - 20
10	08. 2011 (УБ)	435	5 - 37	10. 2014	278	10 - 43	10. 2014	567	10 - 40	02. 2010 (Л)	291	18 - 47
11	09. 2011 (УБ)	313	12 - 40				10. 2014	521	10 - 40	03 - 04. 2010 (Л эксп.)	192	0,4 - 1,7
12	03. 2013 (МБ)	256	6 - 20							04 - 04. 2010 (ГЗ эксп.)	307	0,4 - 0,8
13	11. 2014 (НС)	607	10 - 30							04 - 05. 2010 (Л эксп.)	206	0,5 - 2,5
14										04 - 05. 2010 (Л эксп.)	337	0,4 - 3
15										04 - 05. 2010 (Л эксп.)	1000	0,5 - 4,2
16										04 - 07. 2010 (Л)	325	4,5 - 11
17										08. 2011 (ГЗ)	242	5 - 45

Примечание: СБ – Севастопольская бухта, СВ – севастопольское взморье, ЮБК – Южный берег Крыма, * – глубина 15 м; МБ – Мартынова бухта, УБ – Ушакова балка, НС – насосная станция ТЭЦ; Ф – м. Фиолент, Л – б. Ласпи, ГЗ – Голубой залив; эксп. – экспериментальные субстраты.

Фенетический состав мидий, имеющих одинаковый размерный диапазон, мог существенно отличаться по годам. Так, в вершинной части бухты в выборках № 3, 4 (2008 г.) и №7 (2009 г.) размерный диапазон был одинаков – 5-20 мм, однако, в первых двух группах *C* составила 47-48%, что было в два раза меньше, чем в выборке №7, где *C* достигала 97%. К октябрю 2008 г. мидии на коллекторе, где брались выборки №3 и №4, подросли, у некоторых коричневых особей появились молодые участки раковины с синим окрашиванием, и доля синих особей, таким образом, увеличилась до 65%. В тоже время - это значение *C* было ниже почти в 1,5 раза, чем у таких же по длине мидий из выборки № 13, взятой в ноябре 2014 г. (95%). Из исследованных годовых периодов выделялся 2011 г., когда во всех частях Севастопольской бухты в поселениях мидий наблюдалось повышенное содержание особей синего фена – от 90 до 97%.

На экспериментальных субстратах, выставленных в б. Ласпи и Голубом заливе в весенний период, мидии были представлены пост-личинками длиной от 0,3-0,5 до 0,8-4,2 мм (см. табл.). Были отмечены два крайних случая, наблюдавшиеся в 2010 г. (см. рис. 3). В поселении, сформировавшемся в течение двух месяцев из личинок, оседавших в марте-апреле, только у 10% особей наблюдалось синее окрашивание раковины. Во втором случае поселение мидий на субстрате, выставленном в море в начале апреля, развивалось в течение только одного месяца, и 80% пост-личинок были представлены синими особями. Характерно, что в первом случае мидии подрастали, прикрытые густыми колониями диатомовых водорослей, во втором – этих колоний не было, и на субстрате практически отсутствовали другие организмы-обрастатели.

Поселения мидий на начальных этапах развития, расположенные на глубине 7-17 м, были обнаружены только в районе севастопольского взморья и ЮБК. В них, а также в выборке пост-личинок на экспериментальном субстрате *C* составила 49-68%, что близко к значению этой характеристики в поселениях моллюска у ЮБК в слое 0-4 м (см. рис. 3).

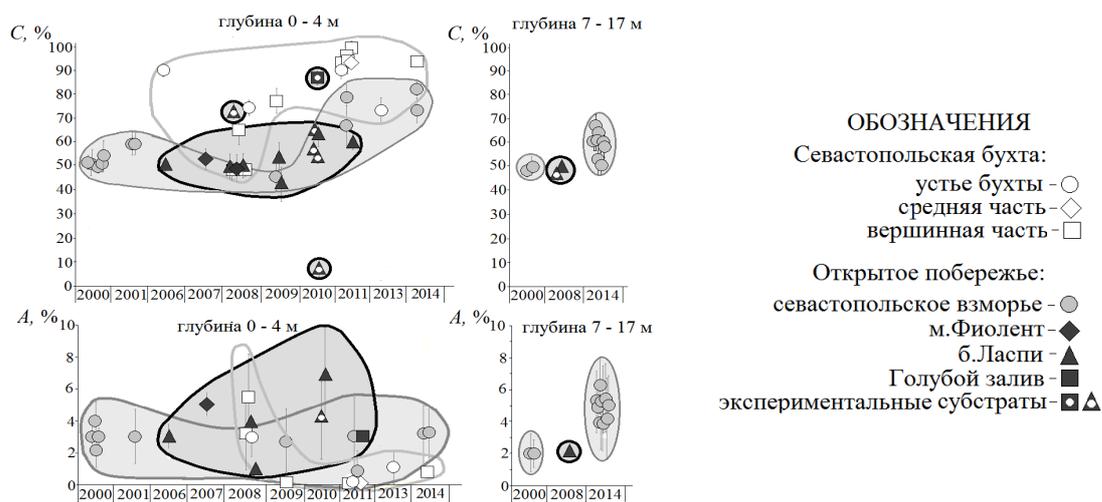


Рис. 3. Доля особей с синей окраской раковины (*C*) и «альбиносов» (*A*) в поселениях мидий у южных и юго-западных берегов Крыма на глубинах 0-4 и 7-17 м в 2000-2014 гг. Доверительные интервалы определены при $\alpha = 0,05$

Доля депигментированных мидий. В исследуемых районах доля «альбиносов» (A) в целом не превышала 4-6% (см. рис. 3). В слое 0-4 м в среднем она составила в районе ЮБК: и м. Фиолент 3,6%, севастопольского взморья – 2,7%, в Севастопольской бухте – 1,7%. В 2011 г. на фоне обычных значений A в открытых районах, в Севастопольской бухте наблюдалось практически полное отсутствие «альбиносов» при максимальном количестве синих особей (90-98%). Напротив, в 2008 г. в вершинной части бухты при пониженном значении C (47%) доля «альбиносов» была максимальной (5,6%). В открытых акваториях такая связь A и C не выявилась. Так, в районе севастопольского взморья A изменялась от 0,8 (при $C = 66,7\%$) до 4% (при $C = 79\%$), в акваториях ЮБК и Фиолента – от 1 (при $C = 50\%$) до 6,9% (при $C = 56\%$). На глубине 7-17 м в открытых акваториях доля «альбиносов» составила 2-6,3%, при $C = 48-68\%$.

Обсуждение. Устойчивость нижних значений C в молодых поселениях мидии во всех исследуемых районах (исключая пост-личинок на экспериментальных субстратах), можно объяснить тем, что их формирование могло проходить за счет оседания личинок, сформированных в водах открытого моря. Ранее экспериментально было показано, что из педивелигеров у берегов Крыма, выловленных из верхних (0-20 м) слоев открытых вод, образуются пост-личинки, у которых доли особей синего и коричневого фена примерно одинаковы [6]. Возможные выходы глубинных вод открытого моря на поверхность в вершинной части Севастопольской бухты, описанные в [3], могут обеспечить приток личинок из нижних горизонтов моря, где они способны концентрироваться [4]. Не исключено, что в 2008 г. в вершинной части Севастопольской бухты произошло массовое оседание таких личинок, что, в свою очередь, повлекло снижение содержания синих особей (до 47%) в молодых поселениях мидий.

Повышение C до 90-98% в 2011 г. во всех ее частях Севастопольской бухты вряд ли было связано с ее загрязнением – в этом плане год был обычным. Можно предположить, например, что осевшие на незаселенный субстрат мидии развивались при повышенной освещенности. Ранее экспериментально было показано, что интенсивная солнечная радиация способствует усилению синей пигментации в раковине [6, 11] и ее появлению у особей, которые генетически способны ее проявлять при определенном уровне освещенности [6]. Подтверждением этого являются приведенные в настоящей работе данные по фенетическому составу пост-личинок мидии, сформировавшихся в разных условиях освещенности на экспериментальных субстратах в 2010 г. у открытых берегов Крыма (см. рис. 3).

Возможно другое объяснение. Пигментация края мантии и ноги у мидий, также, как и раковины, обусловлены генетически, причем, гибридологический анализ показал, что присутствие синей окраски у раковины, темный цвет край мантии и ноги – рецессивные признаки [8]. Есть вероятность, что в 2011 г. сложились благоприятные условия для развития и оседания в Севастопольской бухте автохтонных личинок, образованных особями, выжившими после прошлогоднего летнего замора, когда наблюдалась повышенная температура воды и низкая ветровая активность в бухте. Это привело к критическому снижению содержания кислорода в воде, и после замора выжившими и размножившимися особями могли оказаться мидии синего фена с пигментированными мягкими тканями.

Выводы. Причины, определяющие возникновение повышенного или пониженного содержания цветных морф в поселениях мидий в полузакрытой Севастопольской бухте, по сравнению с открытыми акваториями побережья Крыма, могут быть естественного происхождения. Возможно, эти причины связаны с освещенностью особей на субстрате и ограничением водообмена бухты с открытым морем, для которого не характерны столь резкие колебания условий среды, как в прибрежной зоне.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булатов К.В. Фенетический состав мидийных поселений из различных бухт Крымского побережья // Состояние, перспективы улучшения и использования экологической системы прибрежной части Крыма: Тез. науч.-практ. конф., посвящ. 200-летию Севастополя. – Севастополь, 1986. – С. 139 – 140.
2. Драголи А.Л. К вопросу о взаимосвязи между вариациями черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) / Распределение бентоса и биология донных животных в южных морях. Киев: Наук. Думка, 1966. – С. 3 – 15.
3. Иванов В.А., Овсяный Е.И., Репетин Л.Н., Романов А.С., Игнатьева О.Г. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов / Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006. – 90 с.
4. Казанкова И.И. Особенности динамики оседания мидии и митилястера в связи со стогно-нагонными явлениями у юго-западных берегов Крыма (Черное море) // Экология моря, 2000. – Вып. 51. – С. 35 – 39.
5. Казанкова И.И. Частота цветовых морф в поселениях *Mytilus galloprovincialis* в прибрежных водах южного и юго-западного Крыма / Экология моря, 2008. – Вып. 75. – С. 38 – 41.
6. Казанкова И.И. Влияние освещённости на формирование фенетической структуры поселений *Mytilus galloprovincialis* у берегов Крыма // Наукові записки. Терноп. нац. пед. ун-ту. Серія: біологія, 2010. – Вып. 3 (44). – С. 107 – 111.
7. Пат. 2548105 Российская Федерация. МПК А01К 61/00№2014150175/93; заявл. 30.10.2014; приор. 05.05.2010; опубл. 10.04.2015, Бюл. №10.
8. Пиркова А.В., Ладыгина Л.В., Столбова Н.Г., Иванов В.Н. Популяционно-генетические исследования мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Экология моря., 2000. – Вып. 50. – С. 70–75.
9. Челядина Н.С., Смирнова Л.Л. Вариабельность морфометрических показателей и содержания меди в раковинах коллекторных *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Экология моря, 2009. – Вып. 78. – С. 90 – 94.
10. Шурова Н.М. Влияние солёности на структуру и состояние поселений двустворчатого моллюска *Mytilus galloprovincialis* // Биология моря, 2001. – Т. 27. – № 3. – С. 187 – 191.
11. Trevelyan G.A., Chang E.S. Light-induced shell pigmentation in post-larval *Mytilus edulis* and its use as a biological tag // Mar. Ecol. Progr. Ser., 1987. – Vol. 39. – № 2. – P. 137 – 144.

УДК 594

К ИЗУЧЕНИЮ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ И ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СИБИРСКИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *BOREOELONA* (BITHYNIIDAE)

А.В. Катохин¹, Д.В. Кузменкин², И.М. Малых¹, Ю.А. Кислова¹, К.В. Романов¹

¹ Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск, Россия
e-mail: katokhin@bionet.nsc.ru

² Государственный природный заповедник «Тигирекский», г. Барнаул, Россия
e-mail: kuzmenckin@yandex.ru

Широко известно, что моллюски семейства Bithyniidae служат промежуточными хозяевами для многих видов трематод, в том числе для представителей семейства Opisthorchiidae – *Clonorchis sinensis* (Looss, 1907), *Metorchis bilis* (Braun, 1890), *Opisthorchis*