

УДК 574.635 (262.5)

И. А. Говорин**ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ И
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
МИДИЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* С
ДЕПИГМЕНТИРОВАННЫМИ ТКАНЕВЫМИ
СТРУКТУРАМИ У ОДЕССКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ
ЧЕРНОГО МОРЯ**

Изучены частота встречаемости, размерно-массовые характеристики и фенотипическая принадлежность мидий *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) с признаками частичного альбинизма (депигментация края мантии и ноги) в донных и перифитонных биоценозах в пяти акваториях Одесского побережья, различающихся по степени изолированности гидротехническими сооружениями от открытой части моря. Проведено сравнение индивидуальных морфометрических характеристик альбиноформных и нормально окрашенных особей.

Ключевые слова: мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam., альбиноформные особи, депигментация края мантии и ноги моллюска, частота встречаемости, размерно-массовые характеристики, Одесский регион, северо-западная часть Черного моря.

Проявление альбинизма у двустворчатых моллюсков может быть как полным, когда створки и мягкое тело животного одинаково депигментированы (белого цвета) [9], так и частичным, когда пигмент отсутствует в некоторых органах или тканях [5, 6, 10].

У мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. цвет края мантии, как правило, коррелирует с цветом ноги, при этом у моллюсков можно встретить два варианта окраса этих органов: нормально пигментированный (темный) и, значительно реже, неокрашенный (белый). Для таких «альбиносных» форм характерна бурая окраска раковины, зачастую с радиальной полосатой исчерченностью, а также белый мантийный край, белая нога, слабо окрашенные жабры и гепатопанкреас [5]. Частичная депигментация тканевых структур легко распознается визуально в естественных условиях, когда створки животных приоткрыты в процессе фильтрации, и может использоваться в фенотипических наблюдениях [2]. Однако если створки моллюска плотно закрыты, выделить альбиноформные особи из общей массы мидий по каким-либо внешним признакам (например, по окраске створок) практически невозможно. Как правило, встречаемость таких моллюсков в природных поселениях невелика и может варьировать, в частности для крымского регио-

© И. А. Говорин, 2014

на Черного моря она колеблется от 0,1% [8] до 2—7% [6]. В литературе низкую встречаемость особей с признаками альбинизма обычно связывают с их пониженным иммунитетом [6], а также с тем, что эти животные представляют собой своеобразную открытую мишень для хищников [11].

Данные об интенсивности появления в северо-западной части Черноморского бассейна и у Одесского побережья, в частности, моллюсков с признаками полной или частичной депигментации, а также об их возможных морфометрических особенностях и фенотипической принадлежности практически отсутствуют. Кроме того, участившиеся в последнее десятилетие природные аномалии в региональном климате северного Причерноморья все в большей степени влияют на формирование структуры мидийных поселений в прибрежных морских экосистемах, в первую очередь подверженных различным антропогенным воздействиям [1]. В итоге усиливается отбор фенотипических форм моллюсков, наиболее приспособленных к выживанию в изменяющихся условиях окружающей среды, в том числе связанных с антропогенным переустройством прибрежных морских акваторий.

Целью данной работы было определение частоты встречаемости и морфометрических особенностей мидий *M. galloprovincialis* с депигментированными краем мантии и ногой в перифитонных поселениях, а также установление закономерностей распределения таких альбиноформ по различным фенотипическим группам в измененных гидростроительством прибрежных морских акваториях на примере Одесского региона северо-западной части Черного моря.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в летний период в пяти акваториях Одесского побережья в районе м. Ланжерон, различающихся по степени изолированности гидротехническими сооружениями от открытой части моря и по уровню антропогенной нагрузки (координаты района исследований: 46°28.511' с. ш., 30°45.959' в. д. — 46°28.091' с. ш., 30°45.828' в. д.). Пробы мидий из перифитонных поселений отбирали ежемесячно, с марта по ноябрь в 2007—2013 гг. и с марта по июль в 2014 г. Сбор моллюсков производили ручным скребком с площадью захвата 0,20×0,25 м (0,05 м²), размер ячеей у принимающего животных садка составлял 8×8 мм. Мидий из донных популяций отбирали эпизодически весной и летом 2012 г. рамкой площадью 0,2×0,2 м (0,04 м²) с помощью водолаза¹. Таким образом, исследовались животные, взятые из следующих биотопов (бт):

— перифитонные поселения мидий на бетонном траверсе, расположенном в полностью открытой акватории со свободным водообменом (бт. 1);

— донные поселения моллюсков в этой же акватории (бт. 1-а);

— перифитонные поселения моллюсков на бетонных траверсах в двух полузакрытых заглубленных волноломами пляжных акваториях с замедленным водообменом (бт. 2 и 5);

¹ Водолазный отбор проб моллюсков из донных биоценозов осуществлен сотрудником Одесского филиала ИнБЮМ НАН Украины м. н. с. А. П. Куракиным.

— перифитонные поселения бетонной волноотбойной стенки в наиболее изолированной незаглубленными гидротехническими сооружениями гавани (бт. 3);

— перифитонные поселения в полузакрытой заглубленным волнорезом акватории со сбросом дренажных вод. Здесь площадка для сбора моллюсков была выбрана на удалении ок. 80 м от места выпуска стоков (бт. 4).

Донные пробы отбирали с глубины 2,0—2,5 м (с каменистого грунта), перифитонные — с горизонта 1,0—1,5 м.

У моллюсков измеряли штангенциркулем длину створок (L , мм), после чего их сортировали по размерным группам 10—20, 21—30, 31—40, 41—50 и 51—60 мм. Из каждой группы методом случайной выборки брали по 5 экз. разноразмерных животных, различающихся по длине на 1,5—2,0 мм, для последующего вскрытия. При обнаружении моллюска с признаками депигментации тканей (AF), дополнительно брали 2—3 экз. нормально пигментированных животных (SC), сопоставимых с ним по размеру ($\pm 1,0$ мм), для последующего сравнения массы. У всех отобранных для дальнейшего исследования особей определяли общую массу в створке (M_1 , г), сырую (M_2 , г) и сухую (M_3 , г) массу мягкого тела и массу пустых створок (M_4 , г).

Результаты морфометрических измерений статистически обрабатывали с помощью пакетов компьютерных программ (Statgraph Plus 5.0 и Excel). Уравнения и графики создавались исключительно при наличии статистически значимых ($p < 0,01$) зависимостей между контролируруемыми размерно-массовыми показателями моллюсков.

Результаты исследований и их обсуждение

Всего за период исследований методом полного вскрытия было обследовано 3387 мидий: 3274 экз. из перифитонных поселений и 113 экз. со дна. Среди них было обнаружено 85 экз. с явно выраженной депигментацией края мантии и ноги (83 экз. — в перифитоне, 2 экз. — на дне). Частота встречаемости таких моллюсков в перифитонных поселениях на исследуемом участке Одесского побережья значительно изменялась по годам, варьируя от 0,53 до 5,13% и составляя в среднем за весь период исследований $2,34 \pm 0,62\%$ (табл. 1), в донных поселениях этот показатель равнялся 1,77%. Длина створок у мидий с частичной депигментацией мягких тканей варьировала от 12,5 до 50,2 мм (в среднем $27,6 \pm 1,2$ мм), а общая масса — от 0,212 до 11,130 г ($2,504 \pm 0,331$ г).

Практически все найденные альбиноформные особи имели створки коричневого цвета разной интенсивности и внешне ничем не отличались от остальных мидий с подобным окрасом раковины. Исходя из окраски наружного слоя створок таких моллюсков можно было отнести к двум фенотипам: либо к 1-му (полностью коричневые гомозиготные формы, фенотип F_a), либо к 3-му (коричневые створки с наличием фиолетового пигмента в виде темных радиальных полос, гетерозиготный фенотип F_c) [7]. Частота встречаемости мидий с признаками альбинизма среди представителей этих двух

1. Частота встречаемости и размерный состав мидий *M. galloprovincialis* с депигментированными тканевыми структурами в перифитонных поселениях у Одесского побережья в районе м. Ланжерон (2007—2014 гг.)

Годы	Выборка, экз.	Альбиноформы, экз.	Частота встречаемости, %	Длина створок (min — max), мм
2007	561	3	0,53	21,4—25,2
2008	586	13	2,22	14,4—50,2
2009	535	9	1,68	17,4—48,1
2010	66	1	1,52	28,7
2011	198	2	1,01	31,0—36,3
2012	361	6	1,66	19,5—35,3
2013	565	29	5,13	12,5—44,6
2014	402	20	4,97	16,7—42,6
За весь период	3274	83	2,34 ± 0,62	27,2 ± 1,8

фенотипов (F_a и F_c) была выше, чем в общем пуле моллюсков с коричневым и фиолетовым окрасом створок, и составляла $12,6 \pm 1,8$ %.

В целом во всех пяти исследованных биотопах большая часть мидий с признаками депигментации относилась к гомозиготному фенотипу F_a , а меньшая — к гетерозиготному F_c (соответственно 56,3 и 43,7%). При этом в зависимости от типа акватории распределение альбиноформ по фенотипическим группам в значительной степени менялось. Так, в полностью открытой акватории со свободным водообменом (бт. 1) обе группы были представлены практически одинаково. В акваториях, частично изолированных от открытого моря заглубленным волноломом, преобладали альбиноформы фенотипа F_a (бт. 2 — 80,0%, бт. 5 — 69,0%), в гавани с затрудненным водообменом (бт. 3) такие моллюски составляли практически 100%, а в полузакрытой волноломом акватории со сбросом дренажных вод (бт. 4) среди альбиноформных особей было больше представителей «полосатого» фенотипа F_c (68,4%).

За весь период наблюдений наименьшая доля альбиноформных особей в перифитонных поселениях (P_{AF} , %) — в среднем $1,19 \pm 0,52$ % также была отмечена в акватории гавани (бт. 3), которая из всех исследованных акваторий — наиболее «депрессивная» для перифитонных поселений. Ее максимальная глубина не превышает 1,5 м, поэтому вода в летний период сильно прогревается, что приводит к их массовой гибели [1, 3]. Гавань изолирована от открытого моря системой надводных траверсов, водообмен осуществляется через узкий 20-метровый створ, что в целом неблагоприятно для массового осадения молоди и последующего выживания моллюсков. В остальных четырех акваториях показатель P_{AF} различался несущественно — от 2,31 ± 0,77% (бт. 2) до $2,67 \pm 1,03$ % (бт. 5) (табл. 2).

2. Количество (экз.) обследованных мидий *M. galloprovincialis* и обнаруженных среди них альбиноформных особей (в скобках) в перифитонных биотопах Одесского побережья в районе м. Ланжерон (2007—2014 гг.)

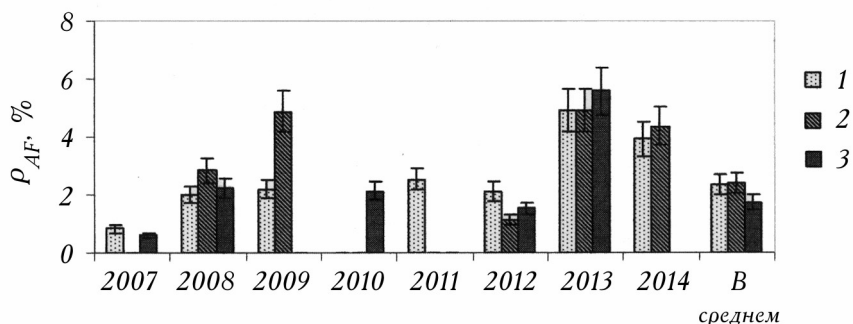
Годы	Биотопы				
	1	2	3	4	5
2007	117 (1)	122 (0)	107 (0)	110 (2)	71 (0)
2008	111 (4)	147 (4)	102 (2)	110 (1)	116 (3)
2009	103 (1)	142 (4)	99 (2)	86 (0)	105 (2)
2010	0 (0)	0 (0)	19 (0)	37 (1)	10 (0)
2011	39 (0)	9 (0)	18 (0)	88 (2)	44 (0)
2012	21 (0)	80 (1)	69 (1)	122 (2)	68 (2)
2013	116 (7)	107 (6)	94 (0)	125 (7)	123 (9)
2014	91 (5)	80 (3)	49 (2)	92 (5)	91 (6)
Всего	598 (18)	687 (18)	557 (7)	770 (20)	628 (22)
P_{AF}	$2,42 \pm 0,98$	$2,31 \pm 0,77$	$1,19 \pm 0,52$	$2,55 \pm 0,71$	$2,67 \pm 1,03$

Примечание. P_{AF} — доля частично депигментированных мидий в поселении (%) в среднем для всего периода наблюдений.

Доля альбиноформных особей в перифитонных поселениях моллюсков различалась по сезонам незначительно, составляя в среднем весной $2,35 \pm 0,58\%$, летом — $2,43 \pm 0,89\%$ и снижаясь к осени до $1,72 \pm 0,73\%$ (рис. 1).

Особое внимание следует обратить на результаты наблюдений 2010 и 2011 г. Летом 2010 г., в результате продолжительного периода аномально высокой температуры морской воды (до 30°C) у Одесского побережья нами была зафиксирована необычайно высокая смертность мидий практически во всех контролируемых акваториях. Так, с конца июня по сентябрь их доля в общей биомассе обрастания траверсов снизилась с $78,3$ до $6,4\%$ [3]. Тем не менее, среди немногочисленных выживших мидий встречались также и альбиноформные особи. В то же время, в акватории с выпуском дренажных вод (бт. 4), которые круглый год имеют постоянную температуру 14°C и в летние месяцы способны охладить водные массы на несколько градусов, на фоне повсеместного катастрофического снижения численности мидий во второй половине 2010 г. и в течение последующего 2011 г., доля моллюсков с частичной депигментацией тканей была даже несколько выше, чем в предыдущий (2007—2009 гг.) и последующий (2012—2013 гг.) периоды.

Изучение зависимости показателей массы моллюска (M_1, M_2, M_3, M_4 , г) от длины его створок (L , мм) у особей с признаками депигментации и нормально окрашенных показало, что между этими группами не существует статистически значимых различий, что подтверждалось практически полным совпадением параметров формул, описывающих эту зависимость (табл. 3).



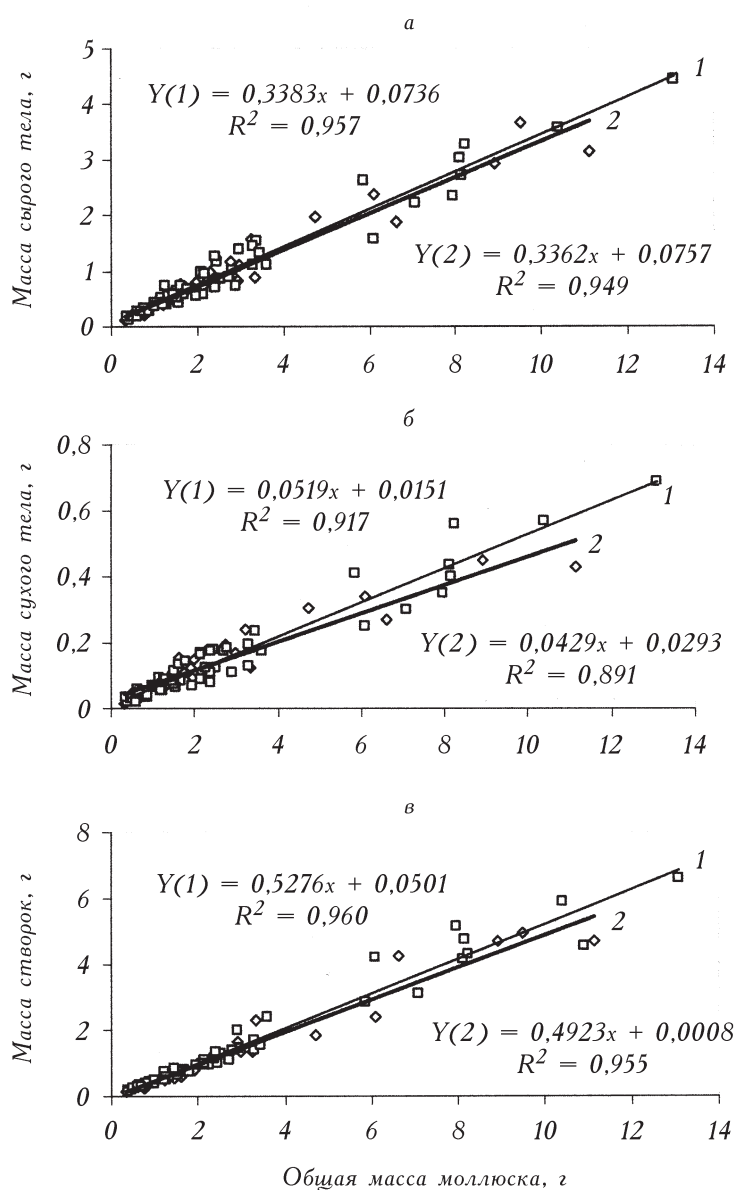
1. Доля мидий *M. galloprovincialis* с частично депигментированными тканями (P_{AF} , %) в биотопах Одесского побережья (2007—2014 гг.): 1 — весна; 2 — лето; 3 — осень.

3. Уравнения зависимости общей массы (M_1), сырой (M_2) и сухой (M_3) массы мягкого тела и массы створок (M_4) от длины моллюска (L) у мидий *M. galloprovincialis* с депигментированными тканями (AF) и нормально окрашенных (SC) (Одесское побережье, март — ноябрь 2007—2013 гг.)

Типы окраса	N , экз.	lim L , мм	lim M , г	Уравнения	r	R^2	SE
AF	65	12,5— 50,2	$M_1 = 0,334—$ 11,130	$\ln M_1 = -8,542$ $+ 2,773 \cdot \ln L$	0,991	98,18	0,1283
			$M_2 = 0,116—$ 3,676	$\ln M_2 = -8,999$ $+ 2,604 \cdot \ln L$	0,972	94,49	0,2135
			$M_3 = 0,016—$ 0,660	$\ln M_3 = -10,532$ $+ 2,506 \cdot \ln L$	0,934	87,33	0,3244
			$M_4 = 0,132—$ 4,960	$\ln M_4 = -9,559$ $+ 2,851 \cdot \ln L$	0,994	98,89	0,1026
SC	156	15,5— 55,1	$M_1 = 0,376—$ 13,080	$\ln M_1 = -8,612$ $+ 2,782 \cdot \ln L$	0,988	97,76	0,1328
			$M_2 = 0,132—$ 4,440	$\ln M_2 = -9,019$ $+ 2,604 \cdot \ln L$	0,961	92,32	0,2370
			$M_3 = 0,020—$ 0,690	$\ln M_3 = -10,573$ $+ 2,514 \cdot \ln L$	0,921	84,78	0,3362
			$M_4 = 0,160—$ 6,610	$\ln M_4 = -9,842$ $+ 2,935 \cdot \ln L$	0,989	97,87	0,1365

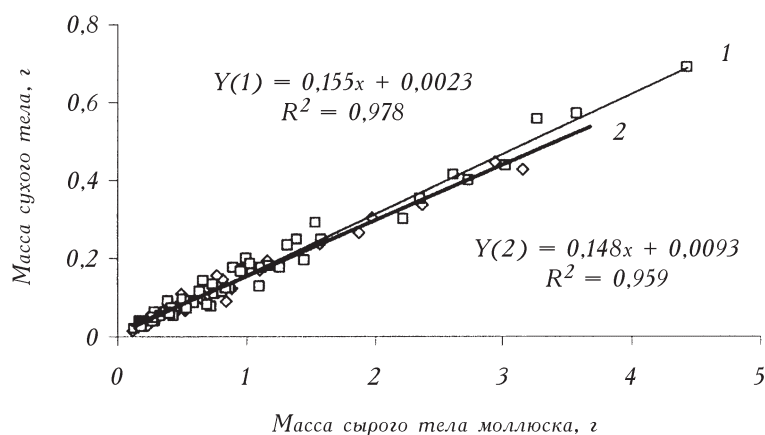
П р и м е ч а н и е. r — коэффициент корреляции; R^2 — коэффициент детерминации, %; SE — стандартная ошибка параметров уравнений. Уровень достоверности приведенных уравнений $p < 0,01$.

Доля массы створок и сырого мягкого тела в общей массе моллюска (M_4/M_1 и M_2/M_1) составляла у альбиноформных особей $47,54 \pm 1,40\%$ и $36,65 \pm 1,07\%$, а у моллюсков с нормальной пигментацией — соответственно $48,99 \pm 9,90\%$ и $37,56 \pm 0,93\%$.



2. Зависимость массы сырого мягкого тела (а), его сухого остатка (б) и массы створок (в) от общей массы у нормально окрашенных (1) и частично депигментированных (2) мидий *M. galloprovincialis* в исследованных биотопах (2007—2013 гг.).

Об отсутствии заметных различий между нормально окрашенными и частично депигментированными особями также свидетельствует практически полная идентичность графиков линейной зависимости ($Y = a + bX$) массы мягких тканей животных (M_2 и M_3) и их створок (M_4) от общей массы моллюска (M_1) в исследованных биотопах (рис. 2). Проведенный нами сравнительный анализ линий регрессии графиков не выявил статистически значимых различий между этими группами как в разных по типу акваториях, так и в различные сезоны года ($p > 0,05$).



3. Зависимость массы сухого остатка мягкого тела от сырой массы у нормально окрашенных (1) и частично депигментированных (2) мидий *M. galloprovincialis* в исследованных биотопах (2007—2013 гг.).

Одним из косвенных показателей физиологической активности моллюска может служить степень его «упитанности». Известно, что у двустворчатых моллюсков при неблагоприятных условиях обитания происходит общее истощение организма, что в первую очередь проявляется в повышенной обводненности их тканей и органов и даже в частичной деградации последних. Соответственно, заметно снижается масса сухого остатка мягкого тела по сравнению с общей массой в створке [3]. Доля массы сухого остатка мягких тканей в общей массе и в массе сырого мягкого тела (M_3/M_1 и M_3/M_2) у депигментированных особей составляла соответственно $5,86 \pm 0,29\%$ и $15,49 \pm 0,52\%$, что близко к аналогичным значениям у нормально пигментированных мидий (соответственно $6,67 \pm 0,64$ и $15,98 \pm 0,35\%$). О практически одинаковой «упитанности» мидий с различным окрасом мягких тканей свидетельствует также совпадение графиков зависимости массы сухого остатка мягкого тела (M_3) от его сырой массы (M_2), что можно рассматривать как косвенное подтверждение одинаковой физиологической активности этих двух групп (рис. 3).

Существует мнение, что низкая встречаемость особей с белыми краем мантии и ногой в черноморской популяции мидий *M. galloprovincialis* может быть следствием их пониженной выживаемости [6]. Однако установленная нами практически полная сопоставимость показателей массы створок и мягкого тела (как сырого, так и его сухого остатка) у моллюсков с нормальной пигментацией тканей и у одинаковых с ними по размеру альбиноформных свидетельствует об отсутствии какой-либо «угнетенности» или физиологической деградации последних. Вероятнее всего, реальные причины низкой встречаемости носителей этого признака у черноморских мидий еще полностью не изучены.

Заключение

Частота встречаемости моллюсков с признаками депигментации тканей (край мантии и нога белого цвета) в перифитонных поселениях мидий *Mytilus galloprovincialis* у Одесского побережья Черного моря относительно низка и варьирует от 0,53 до 5,13% (в среднем для всего периода наблюдений составляет $2,34 \pm 0,62\%$). Обнаружение таких альбиноформных особей было, как правило, случайным, а их доля в исследованных биотопах лишь незначительно изменялась по сезонам.

Мидии с признаками альбинизма практически не встречались среди моллюсков с фиолетовым окрасом раковины. Найденные альбиноформы относились либо к гомозиготному фенотипу F_a (створки коричневого цвета различной интенсивности), либо к гетерозиготному F_c (коричневые створки с наличием темных радиальных полос). При этом распределение таких животных по фенотипическим группам в значительной степени варьировало в зависимости от типа акватории.

По характеристикам массы мидии с частичной депигментацией тканей не отличались от обычных особей такой же размерной группы. Доля створок и сырого мягкого тела в общей массе альбиноформного моллюска составляла соответственно $47,54 \pm 1,40$ и $36,65 \pm 1,07\%$, а у нормально пигментированных — $48,99 \pm 9,90$ и $37,56 \pm 0,93\%$. Отношение массы сухого остатка мягких тканей моллюска к массе его сырого тела, свидетельствующее о степени «упитанности» организма, у альбиноформных и нормально окрашенных особей практически совпадало.

Таким образом, можно сделать вывод о нормальном функционировании особей с признаками альбинизма в перифитонных поселениях мидий исследованного региона северо-западной части Черного моря.

**

*Вивчено частоту трапляння, розмірно-масові показники та фенотипічну приналежність мідій *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) з ознаками часткової депігментації тіла (край мантиї та нога білого кольору) у донних біоценозах і перифітонних поселеннях у п'яти різних за типом акваторіях Одеського узбережжя (район м. Ланжерон). На підставі індивідуальних морфометричних характеристик проведено порівняння альбіноформних і нормально забарвлених особин. Показано, що між дослідженими групами не існує жодної статистично значущої різниці за загальною масою, масою стулків та м'якого тіла (як сирої, так і у сухому еквіваленті).*

**

*The frequency of occurrence, size-mass indices and phenotypical distribution of mussels *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) with non-pigmented soft body (white mantle and podium) in the bottom communities and periphyton settlements near the Odessa, Lanzheron Cape, north-western section of the Black Sea were studied. Individual morphometric characteristics were compared of albino-formers and normally colored specimens. No statistically significant differences between mass-characteristics of shells, wet and dry mass of the soft body in mussels with non-pigmented and normal colored tissues of the same size group, were found.*

**

1. *Агобовский В.В., Говорин И.А., Красногембский Е.В.* Влияние аномальных гидрологических процессов на мидийные обрастания берегозащитных гидротехнических сооружений Одесского побережья // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. тр. — Севастополь, 2011. — Вып. 25 (1) — С. 375—382.
2. *Булатов К.В.* Фенетика митилид // Моллюски. Результаты и перспективы их исследований: Автореф. докл. VIII Всесоюз. совещ. по изуч. моллюсков. — Л.: ВНИРО, 1987. — С. 469—471.
3. *Говорин И.А., Шаццло Е.И.* Перифитонные поселения мидий *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) и митилястера *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791) в условиях аномально высокой температуры прибрежных морских вод // *Ruthenica*. — 2012. — Т. 22, № 2. — С. 101—110.
4. *Гостюхина О.Л., Солгатов А.А., Головина И.В., Столбов А.Я.* Антиоксидантный ферментативный комплекс тканей различных цветовых морф черноморского моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam. // *Экология моря*. — 2005. — Вып. 68. — С. 42—47.
5. *Солгатов А.А., Александрова О.Л., Головина И.В., Столбов А.Я.* Ферментативная система антиоксидантной защиты у черноморского моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam. с пигментированными и депигментированными тканевыми структурами // *Доп. НАН України*. — 2003. — № 5. — С. 162—166.
6. *Столбова Н.Г., Пуркова А.В.* Гибридологический анализ исследования цвета края мантии и ноги у мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. // *Цитология и генетика*. — 1995. — Т. 29, № 1. — С. 76—77.
7. *Шурова Н.М., Золотарев В.Н.* Анализ фенотипической структуры поселений мидий *Mytilus galloprovincialis* Черного моря по окраске наружного призматического слоя раковины // *Мор. экол. журн.* — 2008. — Т. 7, № 4. — С. 88—97.
8. *Щербань С.А., Вялова О.Ю.* Половые и фенотипические особенности содержания РНК в гонадах черноморских мидий // *Доп. НАН України*. — 2008. — № 2. — С. 166—170.
9. *Čejka T., Dokoupil N.* Record of the Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) albino form in SW Slovakia // *Malakologický bull.* — 2005. — (<http://www.malbull.blogospot.com/2005/09/record-of-zebra-mussel-dreissena.html>.)
10. *Kellner L.* Albinism in *Callista chione* Linnaeus, 1758, Bivalvia: Veneridae from Grado, Italy, Mediterranean Sea // *Notiziario*. — 2006. — N 24 (9—12). — P. 17—19.
11. *Mackie G.L.* Biology of the exotic Zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in relation to native bivalves and its potential impact in Lake St. Clair // *Hydrobiologia*. — 1991. — Vol. 219 (1). — P. 251—268.

Одесский филиал Института биологии
южных морей НАН Украины

Поступила 29.09.14