

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
И СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ В РАКОВИНАХ
КОЛЛЕКТОРНЫХ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.**

Исследованы морфометрические показатели моллюсков *Mytilus galloprovincialis* Lam из коллекторов мидийной фермы б. Мартынова (район Севастополя). Отмечена изменчивость этих признаков у мелких моллюсков чёрного и коричневого фенотипов и возрастание индекса высоты к длине до 0,63 - 0,68. Индивидуальное содержание меди в створках разноразмерных мидий изменялось в пределах 4 – 8 мкг/г золы и не зависело от фена, пола и размера моллюска.

Эффективность марикультуры мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam во многом зависит от степени изученности особенностей её биологии. Способность моллюсков приспосабливаться к различным условиям среды свидетельствует о высокой вариабельности морфометрических и биохимических признаков, что отражается на генетическом и фенетическом уровнях [5, 8].

Наиболее очевидны вариабельность морфометрических показателей [1, 2], биохимического состава и содержания различных микроэлементов в створках, мягких тканях, гонадах моллюсков [7, 10]. Обмен и депонирование некоторых элементов и веществ протекает в различных органах и тканях с различной скоростью, что создаёт дополнительные трудности для интерпретации результатов измерений и наблюдений. На примере меди, которая относится к наиболее токсичному металлу для гидробионтов показано, что с увеличением содержания этого металла в морской среде его концентрация возрастает в тканях мидий [4], зависит от их соматического роста [3,12] и стадии развития гонад [10]. Содержание меди в раковинах мидий менее изменчиво и не связано с сезоном и полом моллюсков [11]. Из литературных данных известно, что аккумулированные в раковине тяжёлые металлы вызывают аномальное увеличение выпуклости раковины скальных черноморских мидий [2]. Нами проанализировано влияние содержания меди в раковинах коллекторных мидий из б. Мартынова на морфометрические показатели створки.

В работе приведены результаты изучения взаимосвязи содержания меди и морфометрических характеристик створок мидий различного фена, снятых с коллекторов экспериментального марехозяйства в Мартыновой бухте г. Севастополя.

Материал и методы. Изучали черноморских моллюсков, отобранных с глубины 2 – 3 м в Мартыновой бухте. Сбор проб проводили в зимне-весенний и летний сезоны 2007 – 2008 гг. В выборках моллюсков с размером створок $3\pm0,43$ см и $5,27\pm0,57$ см определяли цветовые морфы, пол, вес моллюсков, зольность створок и содержание в них меди. Измеряли морфометрические показатели раковины: длину (L), высоту (H), ширину или выпуклость (D). Для определения пола использовали методику визуального изучения мазков гонад [6].

Створки мидий очищали от обрастаний, промывали морской водой, подсушивали и озоляли при температуре 550°C в течение 4 - 5 ч. Весовым методом рассчитывали потери при прокаливании (органическое вещество) и зольность каждой створки. Содержание меди определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии после кислотной минерализации 0,5 – 1,5 г золы створки [13]. Полученные результаты обрабатывали статистически [9]. Проанализировано 600 моллюсков, из которых в 100 экз. определяли медь.

Результаты и обсуждение. У коллекторных *M. galloprovincialis*, отобранных из экспериментальной фермы, отмечено достоверное преобладание моллюсков чёрного фена над коричневым. Во всех размерных группах количество особей чёрного фена составляло 64 – 65%. В выборках обоих цветовых морф доминировали самцы. Несмотря на то, что

среди коллекторных мидий преобладал чёрный фенотип, более тесная корреляция веса моллюска от морфометрических показателей створки наблюдалась у особей коричневого фена 3 и 5 см мидий ($R = 0,62 - 0,90$ при $p < 0,001$). Содержание органического вещества (ОВ) и зольность створок у моллюсков различных цветовых морф также различались. Отмечена тенденция к повышению содержания ОВ как у самцов, так и самок чёрного фена (табл. 1).

Таблица 1. Содержание органических и неорганических компонентов в раковинах 5 см моллюсков

Table 1. Content of organic and inorganic components in mussels shells, size 5 cm

Фен	Органическое вещество, %	Зольность, %
Самки		
Коричневые	5,40 ± 0,05	94,60 ± 0,90
Чёрные	6,30 ± 0,05	90,30 ± 0,80
Самцы		
Коричневые	6,00 ± 0,06	94,00 ± 0,85
Чёрные	6,50 ± 0,06	93,50 ± 0,90

По-видимому, более высокое содержание ОВ в створках мидий чёрного фенотипа обеспечивает прочность раковинам коллекторных моллюсков, и они лучше приспособлены к данному биотопу. Полиморфизм морфометрических параметров раковины связан с адаптационными способностями моллюсков. Как отмечено [2], в неблагоприятных условиях, когда мидии прибегают к анаэробизму, наблюдается увеличение индекса H/L, связанное со снижением энергетических затрат при длительном удержании створок в закрытом состоянии. Изучение морфометрических параметров черноморских *M. galloprovincialis* из естественных поселений показало, что при техногенном загрязнении морской среды уменьшается длина моллюска и индекс $H/L > 0,55 \pm 0,005$ [2]. Нами проведены расчёты индекса H/L коллекторных мидий, отобранных с фермы б. Мартынова (табл. 2).

Таблица 2. Вариабельность соотношений морфометрических показателей раковины культивируемых черноморских мидий

Table 2. Variability of correlations of morphometric indicators of shells of cultivated Black Sea mussel

Соотношение морфометрических параметров	Размер, фен, пол и величина выборки моллюсков							
	3 см				5 см			
	Коричневые		Чёрные		Коричневые		Чёрные	
	♀ (n=60)	♂ (n=52)	♀ (n=58)	♂ (n=111)	♀ (n=60)	♂ (n=80)	♀ (n=65)	♂ (n=75)
H/L	0.59	0.63	0.68	0.6	0.56	0.56	0.55	0.56
	(0.56 ÷ 0.62)	(0.51 ÷ 1.05)	(0.51 ÷ 1.00)	(0.53 ÷ 0.97)	(0.50 ÷ 0.63)	(0.50 ÷ 0.65)	(0.41 ÷ 0.62)	(0.49 ÷ 0.71)
	CV = 3.63	CV = 14.36	CV = 18.60	CV = 12.07	CV * = 5.17	CV = 5.78	CV = 6.88	CV = 7.65
D/L	0.36	0.39	0.37	0.39	0.37	0.40	0.38	0.40
	(0.31 ÷ 0.41)	(0.33 ÷ 0.51)	(0.27 ÷ 0.57)	(0.30 ÷ 0.71)	(0.25 ÷ 0.42)	(0.27 ÷ 0.56)	(0.26 ÷ 0.43)	(0.33 ÷ 0.55)
	CV = 8.27	CV = 8.42	CV = 12.23	CV = 15.37	CV = 9.84	CV = 11.6	CV = 7.74	CV = 9.43

CV * – коэффициент вариабельности признака, %.

Во всех изученных выборках индекс Н/Л превышал указанный критический уровень [2], что свидетельствует о техногенной нагрузке на морскую среду в б. Мартынова. Особенно чувствительны к неблагоприятным условиям среды обитания мелкие моллюски чёрного фена, у которых индекс Н/Л возрастал до 0,63 – 0,68, при CV = 12,07 – 18,60 %.

Одним из компонентов техногенного загрязнения севастопольских бухт являются соединения меди. Результаты определения индивидуального содержания меди в створках разноразмерных коллекторных мидий приведены на рис. 1.

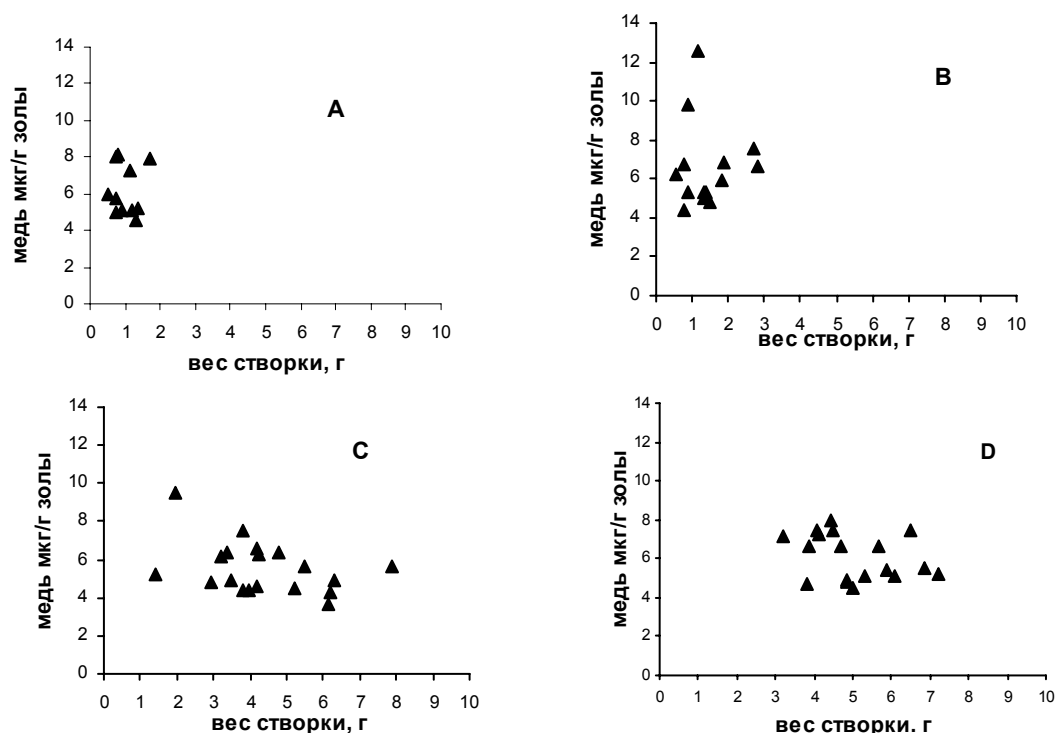


Рисунок. 1. Зависимость содержание меди в створках *Mytilus galloprovincialis* от их веса (А – 3 см самки, В – 3 см самцы, С – 5 см самки, D – 5 см самцы)
Figure 1. Depending of copper contents in *Mytilus galloprovincialis* shells on their weight (A – 3 cm female; B – 3 cm male, C – 5 cm female, D – 5 cm male)

Индивидуальное содержание меди в створках самцов и самок размерной группы 5 см изменялось в диапазоне 4 – 8 мг/г зола, а в размерной группе 3 см – в диапазоне 4 – 13 мг/г зола. (CV самок = 18,9 %, самцов 19,2 %).

Аккумулированные в раковине тяжёлые металлы – один из факторов, влияющий на аномальное увеличение выпуклости (D) раковины мидий из естественных поселений [2].

Полученные данные показали, что у моллюсков с размером раковины 5 см не наблюдалось влияния депонированной в створке меди на её ширину (выпуклость).

Мелкие мидии накапливают медь в створках в большем количестве, и её содержание более вариабельно как у самцов, так и у самок чёрных и коричневых морф. Для этой размерной группы получена тесная корреляция между толщиной створки и содержанием в ней меди (рис. 2). Мелкие моллюски более чувствительны к техногенному влиянию среды и переживают этот период при плотно закрытых створках. У

коллекторных мидий из б. Мартынова наблюдалось не только замедление линейного роста ($H/L > 0,55$, см. табл. 2), но и увеличение толщины (выпуклости) раковины, о чём свидетельствует значимая корреляция ширины (выпуклости) створки с содержанием в ней меди. При равном содержании меди в створках мидий раковины чёрного фенотипа толще, чем коричневые (рис. 2).

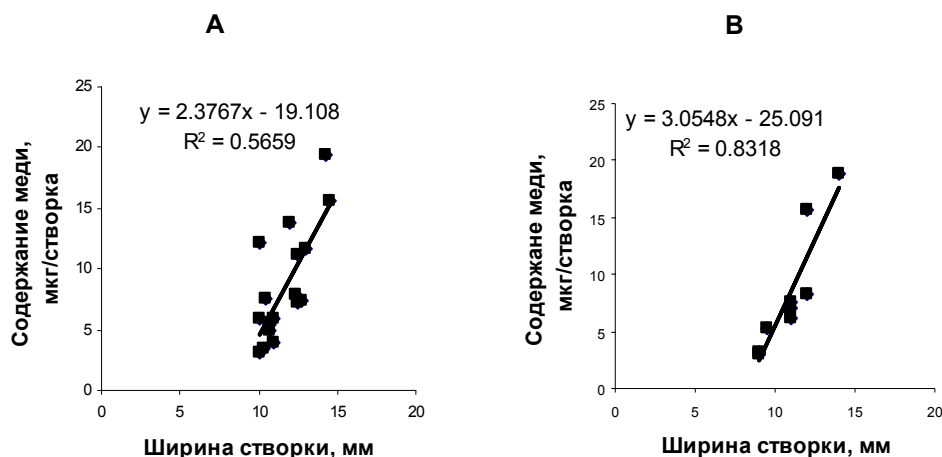


Рисунок 2. Влияние депонированной в створках мидий меди на их толщину (выпуклость) (А - чёрные; В - коричневые)

Figure 2. Influence deposited copper in shells mussels for their thickness (camber) (А – black; В – brown)

Закключение. Исследование коллекторных мидий показало, что содержание меди в створках моллюсков не зависело от пола, фена и размера и изменялось в пределах 4 – 8 мкг/г зола. Мелкие моллюски и коричневого и чёрного фенотипов более чувствительны к техногенному загрязнению среды, при котором замедляется линейный рост (увеличение индекса H/L до 0,62 – 0,68). Наблюдается тесная корреляция между шириной раковины мидий (D) и содержанием в ней меди ($R = 0.57 – 0.83$ при $p < 0,001$). Форма раковины мелких моллюсков характеризовалась большей изменчивостью, чем у мидий размерной группы 5 см.

1. Дехта В. А. Изменчивость раковины мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. как элемент адаптации к антропогенному загрязнению. // Эволюция морских экосистем под влиянием вселенцев и искусственной смертности фауны: Тез. докл. межд. конф. (г. Азов, 15 – 18 июня 2003 г). – Ростов н/Д., 2003. – С. 73 – 75.
2. Дехта В. А. Метод индикации и оценки техногенной нагрузки на основе системного анализа изменчивости раковины мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-черноморского бассейна. Сб. науч. трудов – М. 2002. С. 61 – 71.
3. Карасёва Е. М. Накопление тяжелых металлов в половых железах и соматических органах двустворчатых моллюсков // Биология моря. – 1993. – №2. – С. 66 – 76.
4. Павлов Е. С. Экологические аспекты накопления металлов в моллюсках: Дис... канд. биол. наук. – М., 1988. – 156 с.
5. Пиркова А. В., Ладыгина Л. В., Столбова Н. Г., Иванов В. Н. Популяционно генетические исследования мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Экология моря. – 2000. – Вып.50. – С. 70 – 75.
6. Пиркова А. В., Столбова Н. Т., Ладыгина Л. В. Сезонная динамика нереста мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam в иловых поселениях разных районах Чёрного моря // Гидробиол. журн. – 1994. – 30, № 2. – С. 22 – 27.

7. Поспелова Н. В. Простой способ подготовки проб для анализа содержания тяжёлых металлов в системе «взвесь - мидии - биоотложения» методом атомной абсорбции / Н.В. Поспелова, Ю. П. Копытов, М. В. Нехорошев // Уч. зап. ТНУ. Сер. «Биология, химия». – 2006. – 19 (58), № 1. – С. 156-160.
8. Сергиевский. С. О. Фенотипическая структура популяции брюхоного моллюска *Littorina obtusata* в эстуарии реки Кереть (Белое море). // Биология моря. – 1985. – № 3. С. 44 – 53.
9. Урбах В. Ю. Биометрические методы – М.: Наука, 1964. – 416с.
10. Челядина Н. С., Вялова О. Ю., Смирнова Л. Л. Содержание Zn, Cu, Pb, Cd в гонадах культивируемых моллюсков *Mytilus galloprovincialis* // Морск. экол. журн. – 2005. - 4, № 3. – С. 119 – 125.
11. Челядина Н. С., Смирнова Л. Л. Сезонные изменения содержания меди в створках и мягких тканях *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Эколого-функціональні та фауністичні аспекти дослідження моллюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища: Збірник наукових праць. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. . – 2-й вип. – 2005. – 384 с.
12. Akdogan S., Unsal M. Variations in trace metal content of mussels, *Mytilus galloprovincialis* Lam with season and size // Tr. J. Zoology. – 1993. – 36, № 7 – P. 117 – 125.
13. Zeri C., Voutsinou-Taliadouri F., Romanov A. S., Ovsjany E. I., Moriki A. F. Comparative approach of dissolved trace element exchange in two interconnected basins: Black Sea and Aegean Sea // Mar. Poll. Bull. – 2000. – 40, № 8. – P. 666 – 673.

Институт биологии южных морей НАН Украины,
Севастополь, Украина

Получено 10 октября 2009 г.

Н. С. ЧЕЛЯДИНА, Л. Л. СМЕРНОВА

ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ МОРФОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ І ВМІСТУ МІДІ У ШЛУНКАХ КОЛЕКТОРНИХ МІДІЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.

Резюме

Досліджено морфометричні показники моллюсків *Mytilus galloprovincialis* Lam. з колекторів мідійної ферми бухти Мартинова (район Севастополю). Відзначено мінливість цих ознак у дрібних моллюсків чорного й коричневого фенотипів і зростання індексу висоти до довжини до 0,63 – 0,68. Індивідуальний вміст міді у шлунках різнорозмірних мідій змінювався в межах 4 - 8 мкг/г золи і не залежав від фену, статі та розміру моллюска.

N. P. CHELYADINA, L. L. SMIRNOVA

VARIABILITY OF MORFOMETRIC INDICATORS AND THE COPPERS CONTENTS IN SHELLS OF CULTURED *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.

Summary

The morfometric indicators of molluscs *Mytilus galloprovincialis* Lam from mussel farm collectors of b. Martynova (Sevastopol) was investigated. It was shown variability of these signs at small molluscs of black and brown phenotypes and increasing of height to length index to 0,63 - 0,68. The individual copper content in differently size mussel shells was changed from 4 till 8 mkg/g of ashes and did not depend on the phenotypes, sex and size of mollusc.