

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МИДИИ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* ИЗ РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНОВ ОБИТАНИЯ (КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Н. С. Челядина, М. А. Попов

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН

Поступила в редакцию 27.09.2016 г.

**Аннотация.** Решение задач по оптимизации биотехнологии выращивания мидий, их эффективное использование в гидробиологической мелиорации и экологическом мониторинге в значительной степени зависят от степени изученности особенностей роста моллюсков и их морфометрических характеристик. В статье представлена размерная структура поселений культивируемой мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam, 1819. Проанализированы основные морфометрические характеристики раковин моллюсков, обитающих в различных акваториях Чёрного моря. Морфометрические параметры мидий имеют адаптивное значение, поэтому являются удобными маркерными признаками при оценке состояния окружающей водной среды в условиях техногенного пресса. При выборе акватории для культивирования мидий важно учитывать и применять индексы соотношений морфометрических параметров, т. к. они достаточно информативны и легко применимы. Целью работы было оценить изменчивость морфометрических показателей раковин культивируемых на ферме мидий и сравнить их с аналогичными показателями мидий из искусственных и естественных поселений различных акваторий Чёрного моря. При помощи штангенциркуля с точностью до 0.1 мм, проводили измерения длины (L), высоты (H), ширины (D). Для определения формы раковины использовали индексы отношений: высота створки к её длине H/L (вытянутость, или относительная высота), ширина к длине D/L (выпуклость или сагитальная кривизна). По длине раковины мидий делили на три размерные группы:  $\leq 30$  мм, 30 – 40 мм,  $\geq 40$  мм. При экспозиции в море мидийной фермы сроком более двух лет оценить средний прирост мидий невозможно за счёт выхода мидийного сообщества на фазу динамического равновесия. Индекс H/L раковин мидий предложен как наиболее показательный при оценке степени техногенной нагрузки. Мелкие мидии ( $\leq 30$  мм) наиболее чувствительны к техногенному загрязнению ( $H/L \geq 0.63$ ). Из исследуемых акваторий наиболее перспективными районами для культивирования мидий являются внешний рейд г. Севастополя, бухта Ласпи и акватория Карадага.

**Ключевые слова:** Чёрное море, мидия *Mytilus galloprovincialis*, рост мидий, соотношение морфометрических показателей

Одним из массовых видов двустворчатых моллюсков Чёрного моря является мидия *Mytilus galloprovincialis* Lam, 1819. Биологические особенности и технология выращивания делают этого моллюска перспективным и популярным объектом культивирования в прибрежной зоне Чёрного моря. Решение задач по оптимизации биотехнологии выращивания мидий, их эффективное использование в гидробиологической мелиорации и экологическом мониторинге в значительной степени зависят от степени изученности особенностей роста моллюсков и их морфометрических характеристик [1-3].

Имеются многочисленные исследования влияния экологических факторов среды на рост мидий [1, 4-8]. Совокупное действие факторов среды проявляется не только с ростом раковины мидии в длину, но и с её увеличением в двух других основных измерениях – в ширину и высоту. [1, 5, 6, 8-12]. Морфометрические параметры мидий имеют адаптивное значение, поэтому являются удобными маркерными признаками при оценке состояния окружающей водной среды в условиях техногенного пресса [5, 6, 13, 14]. При изучении изменчивости раковин мидий выделены механизмы адаптации к техногенному прессингу: увеличение выпуклости (D/L), изменение относительной высоты (H/L) и толщины раковин [13-16].

Поэтому при выборе акватории для культивирования мидий важно учитывать и применять индексы соотношений морфометрических параметров, т. к. они достаточно информативны и легко применимы.

*Цель работы:* оценить изменчивость морфометрических показателей раковин культивируемых на ферме мидий и сравнить их с аналогичными показателями мидий из искусственных и естественных поселений различных акваторий Чёрного моря.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Мидий отбирали ежемесячно с марта 2015 по июнь 2016 гг. на мидийно-устричной ферме, расположенной на внешнем рейде г. Севастополя (44°37'13.4" с. ш. 33°30'13.6" в. д.) с экспериментального верёвочного коллектора (глубина 6 м), выставленного в 2013 г. При помощи штангенциркуля с точностью до 0.1 мм, проводили измерения следующих параметров согласно терминологии В. А. Дехты [13, 14]: L – длина, мм; H – высота, мм; D – ширина, мм. Для определения формы раковины использовали индексы отношений: высота створки к её длине H/L (вытянутость, или относительная высота), ширина к длине D/L (выпуклость или сагитальная кривизна). По длине раковины мидий делили на три размерные группы: ≤ 30 мм, 30 – 40 мм, ≥ 40 мм. Всего обработано 2800 мидий. Для статистического анализа материала использовался пакет программ Microsoft Office Excel 2007.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ динамики размерной структуры поселений мидий на ферме, расположенной на внешнем рейде не позволил точно оценить темпы роста моллюсков (рис. 1). Несмотря на деление общей выборки мидий на три размерные группы мы не смогли выявить прироста за весь период исследований. В отдельные месяца в изучаемых размерных группах ≤ 30 мм и ≥ 40 мм прирост был незначительным  $0.14 \pm 0.05$  мм·сут.<sup>-1</sup> (июль) и  $0.20 \pm 0.06$  мм·сут.<sup>-1</sup> (сентябрь), соответственно, а в размерной группе 30 – 40 мм – прироста не отмечалось (рис. 1).

Мы предполагаем, что поселение мидий на экспериментальном коллекторе вышло на поддержание своего динамического равновесия. Происходила стабилизация среднего роста особей во всех размерных группах, при этом, более крупные размерные группы мидий пополнялись подростками моллюсками, а те в свою очередь влияли на

средний размер изучаемых нами выборок. Незначительный прирост мидий связан так же с оседанием молоди мидий и отрывом крупных особей во время штормов или при переполнении друзды. Все эти обстоятельства влияли на размерную структуру в выделенных нами группах, ослабляя тенденцию увеличения среднего и максимального размеров мидий. При этом доля мидий коммерческого размера ≥ 50 мм увеличивалась.

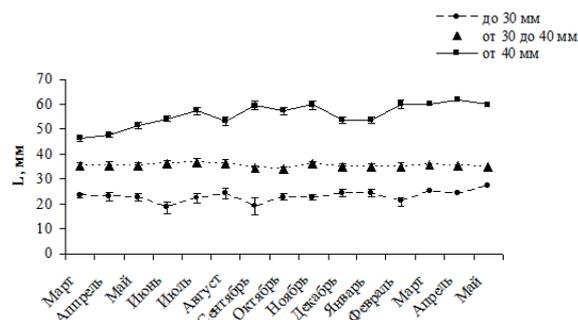


Рис. 1. Изменение среднего размера *M. galloprovincialis*, культивируемой на внешнем рейде

Существенный интерес для биологического мониторинга представляет поиск связей между адаптивными преобразованиями гидробионтов и состоянием среды обитания [5, 15, 17].

При изучении соотношений морфометрических параметров у мидий различных размерных групп отмечено, что достоверных отличий в индексе D/L не наблюдалось (рис. 2). Соотношение H/L у мелких особей было более высоким по сравнению с крупными мидиями. Соотношение морфометрических признаков в мидийных поселениях свидетельствует об уровне экологической комфортности, мелкие мидии оказались более чувствительны к изменениям окружающей среды.

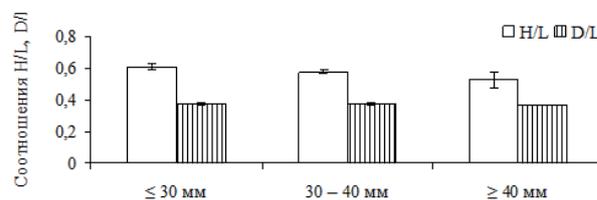


Рис. 2. Соотношение морфометрических показателей *M. galloprovincialis*, культивируемой на внешнем рейде (2015–2016 гг.)

Ранее отмечалось, что изменчивость раковин мидий в прибрежной зоне Черного моря имела четкую связь между их формой и уровнем развитости техногенной инфраструктуры побережья.

В частности, индексы выпуклости и вытянутости створок увеличивались в акваториях причалов и портов [7, 13, 15, 18, 19]. Изменение исследуемых индексов так же может происходить под влиянием воздействия прибоев, физического давления соседних особей в поселениях моллюсков [6, 16]. Известно [13], что уменьшение вытянутости раковин (увеличение Н/Л) связано с приспособлением мидий к снижению энергетических затрат при длительном смыкании створок, изолирующем моллюска от неблагоприятных условий внешней среды.

При сравнительном анализе морфометрических индексов мидий из различных мест обитания показано (табл. 1), что максимальные соотношения Н/Л наблюдались на внешнем рейде (2005–2007 гг.), в бухтах Мартынова и Балаклавская (табл.). Для бухт Мартыновой и Балаклавской характерна повышенная техногенная нагрузка [18, 19]. Мидийная ферма на внешнем рейде (2005–2007 гг.) была расположена в непосредственной близости от аварийного выпуска неочищенных сточных вод. В эти годы часто происходило загрязнение фермы сточными водами. В 2012 г. ферма внешнего рейда была перенесена в более благоприятное место, поэтому индекс Н/Л уменьшился и стал сопоставим с такими чистыми акваториями, как б. Ласпи и Карадаг. У мидий с размером раковины  $\geq 40$  мм соотношение Н/Л во всех изучаемых местообитаниях было ниже, по сравнению с мидиями с размером раковины 30 – 40 мм. У разноразмерных мидий, взятых из различных районов обитания, достоверных различий в соотношении D/L не выявлено. Этот индекс в нашем случае оказался не чувствительным к условиям обитания моллюсков (табл. 1).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При экспозиции в море мидийной фермы сроком более двух лет оценить средний прирост

мидий невозможно за счёт выхода мидийного сообщества на фазу динамического равновесия.

2. Индекс Н/Л раковин мидий является наиболее показательным при оценке степени техногенной нагрузки.

3. Мелкие мидии ( $\leq 30$  мм) наиболее чувствительны к техногенному загрязнению ( $H/L \geq 0.63$ ).

4. Из исследуемых акваторий наиболее перспективными районами для культивирования мидий являются внешний рейд г. Севастополя, бухта Ласпи и акватория Карадага.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И., Пиркова А.В., Булатов К.В. Биология культивируемых мидий. Киев, Наукова думка, 1989, 100 с.

2. Холодов В.И., Пиркова Л.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море. Воронеж, ООО ИЗДАТ-ПРИНТ, 2017, 508 с.

3. Иванов В.Н., Трощенко О.А., Ломакин П.Д., Субботин А.А., Щуров С.В., Ерёмин И.Ю., Куфтаркова Е.А., Губанов В.И., Ковригина Н.П., Родионова Н.Ю., Бобко Н.И., Сеничева М.И., Мурина В.В., Лисицкая Е.В., Гринцов, В.А., Челядина Н.С., Пиркова А.В., Бойко Л.И., Микулич Д.В., Нехорошев М.В., Поспелова Н.В., Холодов В.И., Мачковский В.А., Степанова О.А., Золоторёв В.Н. Марикультура мидий на Чёрном море. Севастополь, НПЦ ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007, 314 с.

4. Шульман Г.Е., Финенко Г.А., Аннинский Б.Е., Романова З.А., Аболмасова Г.И., Щепкина Н.В., Шадрин Н.В., Лежнёв И.В., Светличный Л.С., Белокопытин Ю.А., Столбов А.Я., Точилина Л.В., Эмеретли И.В., Остоловский Е.М., Шершов С.В., Крячко В.И., Юнева Т.В., Щепкин В.Я., Меньюк Г.С. Биоэнергетика гидробионтов. Киев, Наукова думка, 1990, 248 с.

Таблица 1.

Соотношение морфометрических показателей мидий из различных мест обитания

Районы сбора мидий	Литературный источник	п, экз. мидий	30 – 40 мм		$\geq 40$ мм	
			H/L	D/L	H/L	D/L
Внешний рейд (2015-2016 гг.)	Наст. работа	2800	$0.58 \pm 0.01$	$0.38 \pm 0.01$	$0.53 \pm 0.01$	$0.37 \pm 0.01$
Внешний рейд (2005-2007 гг.)	[17]	2500	$0.63 \pm 0.03$	$0.36 \pm 0.01$	$0.59 \pm 0.01$	$0.39 \pm 0.01$
б. Мартынова (2008-2010 гг.)	[17]	2450	$0.64 \pm 0.03$	$0.35 \pm 0.02$	$0.56 \pm 0.01$	$0.39 \pm 0.01$
б. Ласпи (2005-2007 гг.)	[17]	2200	$0.58 \pm 0.03$	$0.37 \pm 0.01$	$0.51 \pm 0.01$	$0.36 \pm 0.01$
б. Балаклавская (2008 г.)	[16]	286	$0.63 \pm 0.01$	$0.38 \pm 0.01$	$0.57 \pm 0.01$	$0.37 \pm 0.01$
Карадаг (2005 г.)	[20]	140			$0.5 \pm 0.01$	$0.36 \pm 0.01$

5. Revkov N.K., Machkevsky V.K., Divadin I.A. & Valovaya N.A., Abnormalities of mussel in aquaculture // *Hydrobiology Journal*. 1999. V. 35. № 4. P. 53-62.
6. Варигин А.Ю. Рост мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. в донных поселениях северо-западной части Чёрного моря. Дисс. канд. биол. наук, Севастополь, 2006, 22 с.
7. Дехта В.А., Каталевский Н.Н. Содержание химических элементов в раковинах и изменчивость их формы у мидий *Mytilus galloprovincialis* прибрежной зоны Чёрного моря // *Геоэкологические исследования и охрана недр*. 2000. № 3. С. 26-33.
8. Иванов М.В. Влияние хозяйств промышленного выращивания мидий на естественные экосистемы в условиях Белого моря. Дисс. канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 2006, 24 с.
9. Шурова Н.М., Золотарёв В.Н. Влияние плотности поселений мидий северо-западной части Чёрного моря на темпы их роста // «IV Всесоюзной конференции по промысловым беспозвоночным», тезисы докладов, 7-10 апреля 1986 г., Севастополь, 1986, с. 320.
10. Шурова Н.М. Структурно-функциональная организация популяции мидий *Mytilus galloprovincialis* Чёрного моря. Дисс. докт. биол. наук, Севастополь, 2009, 398 с.
11. Варигин А.Ю. Возрастная изменчивость отношения массы мягких тканей и массы раковины к общей массе у черноморских мидий // *Вісник Житомирського державного педагогічного університету*. 2002. № 10. С. 66-67.
12. Варигин А.Ю. Эколого-функциональная изменчивость морфологии раковины черноморской мидии // «Современные проблемы зоологии и экологии», материалы международной конференции, 22-25 апреля 2005 г., Одесса, 2005, с. 36-37.
13. Дехта В.А. Адекватность механизмов морфофункциональной адаптации мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. к загрязнению // «Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов», материалы международной конференции. 22-26 июня 2004 г., Петрозаводск, 2004, с. 40.
14. Дехта В.А. Содержание химических элементов в раковинах и изменчивость их формы у мидий *Mytilus galloprovincialis* прибрежной зоны Чёрного моря // «Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна», сборник научных трудов, 17-20 сентября 1998 г., Ростов-на-Дону, 1998, с. 312-319.
15. Дехта В.А. Консервативная изменчивость в мониторинге и оценке состояния морских экосистем на примере мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. // «Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем», сборник научных трудов, 9-12 октября 2006 г., Ростов-на-Дону, 2006, с. 102-104.
16. Мачкевский В.К., Попов М.А., Ковригина Н.П., Лозовский В.Л., Козинцев А.Ф. Изменчивость параметров популяции мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. и ее эндосимбионтов в районе Балаклавской бухты // «Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа», сборник научных трудов, 2011, Севастополь, ЭКОСИ-Гидрофизика, Вып. 25, ч. 1, с. 417-428.
17. Челядина Н.С. Морфологические, биохимические и химические характеристики мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam., культивируемой в Чёрном море. Дисс. канд. биол. наук. Севастополь, 2014, 24 с.
18. Ломакин П.Д., Попов М.А. Океанологическая характеристика и оценка загрязнения вод Балаклавской бухты. Севастополь, ЭКОСИ-Гидрофизика, 2013, 218 с.
19. 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.
20. Попов М.А., Попова А.М. Размерно-возрастная структура популяции мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. в районе Карадага // «Заповедники Крыма – 2017», материалы международной IV научной-практической конференции, 2-5 ноября 2007 г., Симферополь, 2007, с. 134-140.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН», Севастополь

\*Челядина Н. С., к.б.н., н.с. Отдел аквакультуры и морской фармакологии

Тел.: +7 (692) 55-09-90

E-mail: chelydina2007@mail.ru

The A. O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS

\*Chelyadina N. S., PhD, researches, department of aquaculture and marine of pharmacology

Ph.: +7 (692) 55-09-90

E-mail: chelydina2007@mail.ru

Челядина Н. С., Попов М. А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН», Севастополь

Попов М. А., к.з.н., н.с. Отдел аквакультуры и морской фармакологии

Тел.: +7 (692) 55-09-90

E-mail: mark.a.popov@mail.ru.

The A. O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS

Popov M. A., PhD, researches, department of aquaculture and marine of pharmacology

Ph.: +7 (692) 55-09-90

E-mail: mark.a.popov@mail.ru.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE MUSSEL *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* FROM DIFFERENT HABITATS (THE CRIMEA, THE BLACK SEA)

N. S. Chelyadina, M. A. Popov

*Kovalevsky Institute of Marine Biological Research, Russian Academy of Sciences*

**Abstract.** The solution of problems on optimizing the biotechnology of mussel cultivation and their effective use in hydrobiological melioration and ecological monitoring depend on the degree of study of their growth and morphometric characteristics. The dimensional structure of settlements cultivated mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam, 1819. are presented in paper. The main morphometric characteristics of shells of mollusks inhabiting various waters of the Black Sea have analyzed. Morphometric parameters of mussels have an adaptive value, therefore they are convenient markers for assessing the state of the surrounding aquatic environment under the conditions of the man-made impact. For mussel cultivation, it is important to take into account and apply the indexes of the ratios of morphometric parameters, because they are sufficiently informative and easily applicable. The aim of the work was to assess the variability of the morphometric parameters of the shells of cultivated mussels on the farm and to compare them with the similar indices of mussels from artificial and natural settlements of various water areas of the Black Sea. Using a caliper with an accuracy of 0.1 mm, length (L), height (H), width (D) were measured. To determine the shape of the shell, the ratio indices were used: the height of the shell to its length H/L (elongation, or relative height), width to length D/L (convexity or sagittal curvature). The length of the mussel shell was divided into three size groups:  $\leq 30$  mm, 30-40 mm,  $\geq 40$  mm. During the two-year period of the existence of the mussel farm in the sea, it is not possible to estimate the average increase of mussels due to the release of the mussel community to the dynamic equilibrium phase. The H/L index of mussel shells is suggested as the most indicative in assessing the degree of man-made load. Small mussels ( $\leq 30$  mm) are most sensitive to man-made pollution ( $H/L \geq 0.63$ ). The most promising areas for cultivation of mussels are marked: external raid of the Sevastopol, Laspi bay and the water area of Karadag.

**Keywords:** Black Sea, mussel *Mytilus galloprovincialis*, the growth of mussels, the ratio of morphometric parameters

### REFERENCES

1. Ivanov V.N., Holodov V.I., Senicheva M.I., Pirkova A.V., Bulatov K.V. *Biologiya kultiviruemykh midii*. Kiev, Naukova dumka, 1989, 100 p.
2. Xolodov V.I., Pirkova A.V., Ladygina L.V. *Vyrashhivanie midij i ustric v Chyornom more*. Voronezh, OOO Izdat-print, 2017, 508 p.
3. Ivanov V.N., Troshhenko O.A., Lomakin P.D., Subbotin A.A., Shhurov S.V., Erjomin I.Ju., Kuftarkova E.A., Gubanov V.I., Kovrigina N.P., Rodionova N.Ju., Bobko N.I., Senicheva M.I., Murina V.V., Lisickaja E.V., Grincov, V.A., Cheljadina N.S., Pirkova A.V., Bojko L.I., Mikulich D.V., Nehoroshev M.V., Pospelova N.V., Holodov V.I., Machkevskij V.A., Stepanova O.A., Zolotorjov V.N. *Marikul'tura midij na Chjornom more*. Sevastopol, JeKOSI-Gidrofizika, 2007, 314 p.
4. Shul'man G.E., Finenko G.A., Anninskij B.E., Romanova Z.A., Abolmasova G.I., Shhepkina N.V., Shadrin N.V., Lezhnjov I.V., Svetlichnyj L.S., Belokopytin Ju.A., Stolbov A.Ja., Tochilina L.V., Jemeretli I.V., Ostolovskij E.M., Shershov S.V., Krjachko V.I., Juneva T.V., Shhepkin V.Ja., Menjuk G.S. *Biojenergetika gidrobiontov*. Kiev, Naukova dumka, 1990, 248 p.
5. Revkov N.K., Machkevskij V.K., Divadin I.A. & Valovaya N.A., 1999. Abnormalities of mussel

in aquaculture. Hydrobiology Journal. V.35, № 4. P. 53–62.

6. Varigin A.Ju. Rost midii *Mytilus galloprovincialis* Lam. v donnyh poselenijah severo-zapadnoj chasti Chjornogo morja. Diss. kand. biol. nauk, Sevastopol, 2006, 22 p.

7. Dehta V.A., Katalevskij N.N. Soderzhanie himicheskikh jelementov v rakovinah i izmenchivost' ih formy u midij *Mytilus galloprovincialis* pribrezhnoj zony Chjornogo morja. Geojekologicheskie issledovanija i ohrana nedr, 2000, № 3, pp. 26-33.

8. Ivanov M.V. Vlijanie hozjajstv promyshlennogo vyrashhivaniya midij na estestvennye jekosistemy v uslovijah Belogo morja. Diss. kand. biol. nauk. Sankt-Peterburg, 2006, 24 p.

9. Shurova N.M., Zolotarjov V.N. Vlijanie plotnosti poselenij midij severo-zaadnoj chasti Chjornogo morja na tempy ih rosta. «IV Vsesojuznoj konferencii popromyslovym bespozvonochnym», tezisy dokladov, 7-10 aprelja 1986, Sevastopol, 1986, p. 320.

10. Shurova N.M. Strukturno-funksional'naya organizatsiya populyatsii midii *Mytilus galloprovincialis* Chernogo morya. Diss. dokt. biol. nauk, Sevastopol, 2009, 398 p.

11. Varigin A.Ju. Vozrastnaja izmenchivost' otnoshenija massy mjagkih tkanej i massy rakoviny k obshhej masse u chernomorskih midij. Visnik Zhitomir'skogo derzhavnogo pedagogichnogo universitetu. 2002. № 10, pp. 66-67.

12. Varigin A.Ju. Jekologo-funksional'naja izmenchivost' morfologii rakoviny chernomorskoj midi. «Sovremennye problemy zoologii i jekologii», materialy mezhdunarodnoj konferencii, 22-25 aprelja 2005, Odessa, 2005, pp. 36-37.

13. Dehta V.A. Adekvatnost' mehanizmov morfofunksional'noj adaptacii midii *Mytilus galloprovincialis* Lam. k zagrjazneniju. «Sovremennye problemy fiziologii i biohimii vodnyh organizmov», materialy mezhdunarodnoj konferencii, 22-26 ijunja 2004, Petrozavodsk, 2004, p. 40.

14. Dehta V.A. Soderzhanie himicheskikh jelementov v rakovinah i izmenchivost' ih formy u midij *Mytilus galloprovincialis* pribrezhnoj zony Chjornogo morja. «Osnovnye problemy rybnogo hozjajstva i ohrany rybohozjajstvennyh vodojmov Azovo-Chernomorskogobassejna», sbornik nauchnyh trudov, 17-20 sentjabrja 1998, Rostov-na-Donu, 1998, pp. 312-319.

15. Dehta V.A. Konservativnaja izmenchivost' v monitoringe i ocenke sostojanija morskikh jekosistem na primere midii *Mytilus galloprovincialis* Lam. «Problemy ustojchivogo funkcionirovanija vodnyh i nazemnyh jekosistem», sbornik nauchnyh trudov, 9-12 oktjabrja 2006, Rostov-na-Donu, 2006, pp. 102-104.

16. Machkevskij V.K., Popov M.A., Kovrigina N.P., Lozovskij V.L., Kozincev A.F. Izmenchivost' parametrov populjacii midij *Mytilus galloprovincialis* Lam. i ee jendosimbiontov v rajone Balaklavskoj buhty. «Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa», sbornik nauchnyh trudov, 2011, Sevastopol, JeKOSI-Gidrofizika, V. 25, № 1, pp. 417-428.

17. Cheljadina N.S. Morfologicheskie, biohimicheskie i himicheskie harakteristiki midii *Mytilus galloprovincialis* Lam., kul'tiviruemoj v Chjornom more: Diss. kand. biol. nauk. Sevastopol', 2014, 24 p.

18. Lomakin P.D., Popov M.A. Okeanologicheskaja harakteristika i ocenka zagrjaznenija vod Balaklavskoj buhty. Sevastopol, JeKOSI-Gidrofizika, 2013, 218 p.

19. Cheljadina N.S., Smirnova L.L. Variabel'nost' morfometricheskikh pokazatelej i soderzhanija medi v rakovinah kollektornyh *Mytilus galloprovincialis* Lam. Jekologija morja, 2009, V. 78, pp. 90-94.

20. Popov M.A. Popova A.M. Razmernovo-vozrastnaja struktura populjacii midii *Mytilus galloprovincialis* Lam. v rajone Karadaga. «Zapovedniki Kryma – 2017», materialy mezhdunarodnoj IV nauchnoj-prakticheskoj konferencii, 2-5 nojabrja 2007, Simferopol, 2007, pp. 134-140.