

Е. А. Наум¹, зав. лаборатории

¹Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, лаборатория физико-химических методов исследования в биологии, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина, e-mail: naum_elizaveta@onu.edu.ua

ФИЛЬТРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ МИДИЙ РАЗНЫХ ФЕНОТИПОВ ОДЕССКОГО ПРИБРЕЖЬЯ ЧЁРНОГО МОРЯ

Изучена фильтрационная способность мидий разных фенотипов у Одесского побережья Чёрного моря. Во всем изучаемом диапазоне температуры воды доля фильтрующих сеголетков всех фенотипов составляла: при 10°C – 16-18%; при 12°C – 48%; при 18°C – 88% (достигая оптимума); при 20°C – 70-73% и при 24°C – 36-38%. Выявлено, что при 10, 20 и 24°C доля фильтрующих взрослых мидий снижалась от фенотипа F_a к F_b и F_c . При 16°C фильтрационная активность была характерна для мидий всех фенотипов. При 18°C максимум фильтрующих мидий отмечен у фенотипа F_a (98%); для моллюсков фенотипов F_b и F_c – по 91%. Установлено, что при максимальной температуре воды 30°C у сеголетков и взрослых мидий трех фенотипов доля фильтрующих особей практически постоянна – от 3 до 5%.

Ключевые слова: *Mytilus galloprovincialis*; фенотипы; фильтрация; температура.

Мидия *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) – активный фильтратор морской воды, играет важную роль в процессах биологического самоочищения. Черноморская мидия, в том числе в Одесском районе северо-западной части, изучается давно и разнопланово [1-5, 7, 10, 11].

По особенностям распределения фиолетового пигмента во внешнем призматическом слое раковин мидий *M. galloprovincialis* выделяют три фенотипа: F_a – фиолетовый пигмент отсутствует; F_b – пигмент окрашивает весь слой; F_c – пигмент локализован в виде радиальных полос, чередующихся с непигментированными зонами. Первые две формы интерпретируются как гомозиготные, последняя – как гетерозиготная [9].

На фильтрационные способности мидий непосредственное влияние оказывает температура воды, ускоряя или замедляя процессы метаболизма. В литературе имеются различные данные о фильтрационной деятельности черноморской мидии. Так, Г. А. Печень-Финенко [6] указывает, что при температуре воды в диапазоне 10-18°C количество фильтрующих мидий практически не меняется. Но дальнейшее повышение температуры до 22°C приводит к резкому снижению их количества. Автор называет оптимальную для черноморских мидий температуру в пределах 15-18°C.

Существует много работ по изучению фильтрационной активности мидий и ее связи с температурой [6; 8]. Однако, нет работ по изучению фильтрационной деятельности черноморской мидии разных фенотипов.

Цель работы – изучить фильтрационную способность мидий разных фенотипов.

Материал и методы исследований

Материалом послужили мидии, собранные в апреле 2014 г. при температуре воды 12°C. Моллюсков для экспериментов собирали с пирсов при помощи скребка шириной 0,25 м. Обследован диапазон глубин от 2,5 м до поверхности.

Опыты включали двухнедельную акклимацию мидий в природной морской воде с исходной солёностью при температуре 12°C. Акклимацию проводили при ежедневной смене воды. Эксперименты проводили в температурном диапазоне от 10°C до 30°C, при этом шаг температур был равен 2°C. Всего проведено 11 серий опытов.

При постановке эксперимента мидий разделили на две группы: первую образовали сеголетки – молодые моллюски длиной до 30 мм, вторую – более крупные особи.

Для каждого опыта отбирали по 60 моллюсков разных фенотипов и разных размеров и помещали в аквариумы с морской водой исходной солёности. Через каждый час подсчитывали количество фильтрующих особей. Активными считали моллюсков, у которых были приоткрыты створки раковин и заметно движение ресничек. Временем гибели организмов считали открытие створок раковин моллюсков. Погибших моллюсков извлекали из ёмкости, измеряли длину, высоту и толщину раковин, определяли фенотипическую принадлежность. Всего обработано и проанализировано 660 экземпляров мидий.

Результаты опытов обработаны по схеме одно- и двухфакторного дисперсионного анализа. Различия сравниваемых показателей считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение

Мидии фенотипа F_u . При повышении температуры воды от 10 до 14°C количество фильтрующих как взрослых особей, так и сеголетков возрастало от 20% общего количества мидий до 100% и 94% соответственно (рис. 1).

В дальнейшем при повышении температуры воды до 16°C количество фильтрующих сеголетков приближалось к 100%, а количество фильтрующих взрослых особей оставалось неизменным. Таким образом, температура воды 16°C является единственной, при которой фильтровали воду все задействованные в опыте мидии.

При температуре воды 18°C доля фильтрующих взрослых особей несколько уменьшилась и составила 98%, количество фильтрующих сеголетков умень-

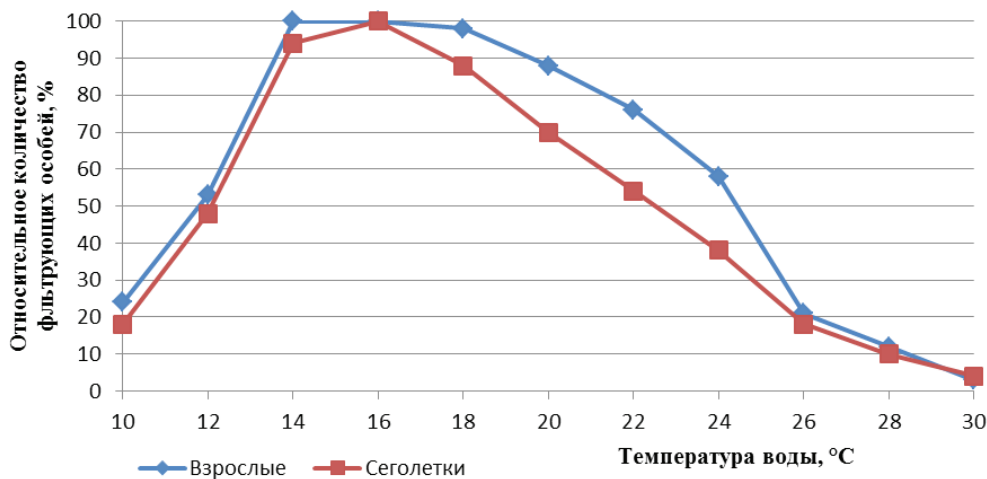


Рис. 1. Относительное количество фильтрующих особей *M. galloprovincialis* фенотипа F_a после одночасовой экспозиции в воде с различными температурами

шилось значительно больше – 88%. Очевидно, молодые мидии (сеголетки) оказываются более чувствительны к увеличению температуры воды.

Так, при 20°C только 12% взрослых моллюсков прекратили фильтрационную деятельность, тогда как у сеголетков этот показатель составил 30%, т.е. разница в 2,5 раза.

Уменьшение количества фильтрующих моллюсков можно наблюдать и вплоть до температуры воды 26°C, когда доля фильтрующих взрослых особей и сеголетков стала практически одинаковой – 21 и 18%, соответственно.

При последующем увеличении температуры воды до 30°C, когда доля фильтрующих мидий составляет лишь 3-4%, сокращение количества фильтрующих взрослых особей проходило более медленно, чем сеголетков.

Мидии фенотипа F_b . Соответствующие графики показывают в целом значительное сходство динамики количества фильтрующих особей фенотипов F_b и F_a (рис. 2). При температуре воды 10°C фильтровали лишь 21% взрослых особей и 16% сеголетков, т.е. количество фильтрующих мидий фенотипа F_b по отношению к мидиям фенотипа F_a сократилось на 3 и 2% соответственно.

При температуре воды 14°C количество фильтрующих взрослых особей составляло 98%, а сеголетков – лишь 91%. Оба эти показателя ниже, чем для фенотипа F_a .

Как и для фенотипа F_a , при температуре воды 16°C фильтровали 100 % всех мидий. Но при повышении температуры воды от 10 до 16°C картина для двух фенотипов несколько отличалась. Так, при температуре воды 12°C количество фильтрующих сеголетков обоих фенотипов одинакова – 48 %, а у взрослых

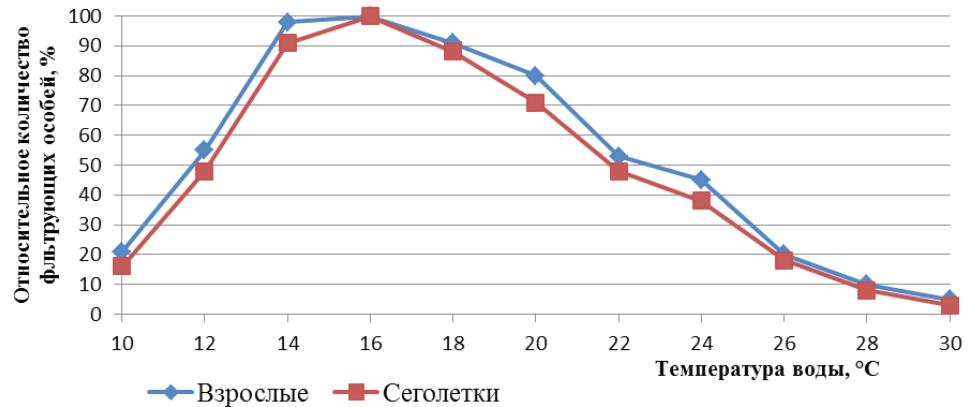


Рис. 2. Относительное количество фильтрующих особей *M. galloprovincialis* фенотипа F_b после одночасовой экспозиции в воде с различными температурами

моллюсков небольшое доминирование (55 % против 53 %) имели мидии фенотипа F_b .

Дальнейшее увеличение температуры до 20 °C показало, что обе группы реагируют по-разному. У сеголетков фенотипа F_b доля фильтрующих особей оставалась неизменной, как и для мидий фенотипа F_a при температуре воды 18 и 20 °C, соответственно, 88 и 70-71 °C. Количество фильтрующих взрослых особей фенотипа F_b сократилось по сравнению с фенотипом F_a на 7-8 %.

Увеличение температуры воды от 20 до 22 °C привело к резкому сокращению количества фильтрующих особей фенотипа F_b : взрослых – от 80 % до 53 %; сеголетков – от 71 % до 48 %. Сокращение числа фильтрующих моллюсков фенотипа F_a для температуры воды 22 °C значительно меньше: активно фильтровали 76 % взрослых особей и 54 % сеголетков.

Как видно, последующее увеличение температуры воды приводило к дальнейшему резкому сокращению количества фильтрующих особей. Но, по сравнению с мидиями фенотипа F_a , доля фильтрующих взрослых особей и сеголетков фенотипа F_b практически совпадало, соответственно, 21 и 18 %, 20 и 18 %.

Сходная доля фильтрующих особей объяснялась и при максимальной в исследованиях температуре воды 30 °C. Для моллюсков фенотипа F_b это 5 % взрослых и 3 % сеголетков.

Мидии фенотипа F_c . При температуре воды 10 °C количество фильтрующих сеголетков и взрослых мидий фенотипа F_c было минимально по сравнению с фенотипами F_a и F_b и составляло, соответственно, 16 и 18%. При последующем повышении температуры воды до 12 °C на долю фильтрующих взрослых особей приходилось 51 %, что несколько ниже, чем у фенотипов F_a

и F_b . Количество фильтрующих сеголетков, как и в предыдущих случаях, составляло 48 % (рис. 3).

С увеличением температуры до 14°C количество фильтрующих взрослых особей составляло 96 %, а сеголетков – лишь 90 %. Оба эти показателя ниже, чем для фенотипов F_a и F_b . При температуре воды 16°C у всех мидий фенотипа F_c , как и у мидий других фенотипов, фильтрующими оказались все 100% моллюсков.

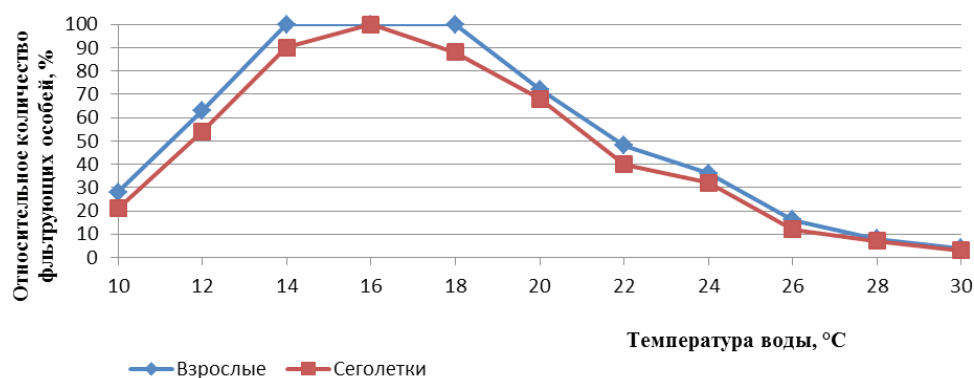


Рис. 3. Относительное количество фильтрующих особей *M. galloprovincialis* фенотипа F_c после одночасовой экспозиции в воде с различными температурами

При температуре воды 18°C фильтровали 88 % сеголетков фенотипа F_c . Интересно отметить, что эта доля фильтрующих моллюсков была зафиксирована для всех фенотипов. У взрослых мидий фенотипа F_c сходным является количество фильтрующих особей только с фенотипом F_b – 91 %, у взрослых моллюсков, как уже отмечалось выше, это количество было значительно больше – 98 %.

Дальнейшее повышение температуры воды до 20 °C привело к резкому сокращению количества фильтрующих особей фенотипа F_c : взрослых – до 72 %; сеголетков – до 73 %.

Выводы

1. Во всем изучаемом диапазоне температуры воды доля фильтрующих сеголетков всех фенотипов составляла: при 10 °C – 16-18 %; при 12°C – 48 %; при 18 °C – 88 %; при 20 °C – 70-73 % и при 24 °C – 36-38 %, достигая оптимума.

2. При температуре воды 10, 20 и 24 °C доля фильтрующих взрослых мидий снижалась от фенотипа F_a к F_b и F_c .

3. При температуре воды 16 °C фильтрационная активность была характерна для мидий всех фенотипов.

4. При температуре воды 18 °С максимум фильтрующих мидий отмечен у фенотипа F_a (98 %); для моллюсков фенотипов F_b и F_c – по 91 %.

5. При максимальной в исследованиях температуре воды 30°С у сеголетков и взрослых особей всех трех фенотипов доля фильтрующих особей практически постоянна – от 3 до 5 %.

Стаття надійшла 07.04.2018

Список использованной литературы

1. Жиликова И. Г. Промышленное разведение мидий и устриц / И. Г. Жиликова. – М.: «Издательство АСТ», Донецк «Сталкер», 2004. – 110 с.
2. Жиковская Е. А. О генетическом и морфологическом разнообразии черноморской мидии / Е. А. Жиковская, О. Р. Кодолова // Эколого-функціональні та фауністичні аспекти дослідження моллюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища. – 2004. – С. 56-59.
3. Заика В. И. Митилиды Чёрного моря / В. И. Заика, Н. А. Валовая, А. С. Повчун, Н. А. Ревков. – К.: Наук. думка, 1990. – 208 с.
4. Зайцев Ю. П. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева. – Киев: Наук. думка, 2006. – 701 с.
5. Золотарев В. Н. Зооценоз мидий как биотоп для интродуцирования видов / В. Н. Золотарев, Г. В. Лосовская, Н. М. Шурова // Екологічні проблеми Чорного моря: мат-ли 4-го міжнар. симп. – 2002. – С. 298-301.
6. Печень-Финенко Г. А. Скорость фильтрации воды *Mytilus galloprovincialis* Lam как функция массы тела и температуры / Г. А. Печень-Финенко // Экология моря. – 1987. – 25. – С. 54-62.
7. Столбова Н. Г. Наследование цвета раковины у мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. / Н. Г. Столбова, А. В. Пиркова, Л. В. Ладыгина // Цитология и генетика. – 1996. – Т. 30, № 6. – С. 62-65.
8. Финенко Г. А. Экологическая энергетика черноморских мидий / Г. А. Финенко, З. А. Романова, Г. И. Аболмасова // Биоэнергетика гидробионтов. – К.: Наук. думка, 1990. – С. 32-72.
9. Шурова Н. М. Анализ фенотипической структуры поселений мидий Чёрного моря по окраске наружного призматического слоя их раковин / Н. М. Шурова, В. Н. Золотарев // Мор. экол. журн. – 2008. – Т. 7, № 4. – С. 88-97.
10. Шурова Н. М. Изменения морфологических и функциональных характеристики черноморской мидии как результат антропогенного воздействия на прибрежные комплексы северо-западного шельфа Черного моря / Н. М. Шурова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зоны и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2008б. – С. 353-356.
11. Stadnichenko S. Estimating productivity of the Black Sea mussels from their density and biomass / S. Stadnichenko, N. Shurova // The Black Sea Ecological Problems Collected papers, 2000. – P. 297-300.

Є. О. Наум¹, зав. лабораторії

¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
лабораторія фізико-хімічних методів дослідження в біології,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна, e-mail: naum_elizaveta@onu.edu.ua

ФИЛЬТРАЦИОННАЯ ЗДАТНІСТЬ МІДІЙ РІЗНИХ ФЕНОТИПІВ ОДЕСЬКОГО ПОБЕРЕЖЖЯ ЧОРНОГО МОРЯ

Резюме

Вступ. Мідія *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) – активний фільтратор морської води, грає важливу роль у процесах біологічного самоочищення.

За характером розподілу фіолетового пігменту в зовнішньому призматичному шарі раковин мідій виділяють три фенотипи: F_a – пігмент відсутній; F_b – пігмент забарвлює весь шар; F_c – пігмент локалізований у вигляді радіальних полос, що чергуються з непігментованими зонами.

Мета роботи – вивчити фільтраційну здатність різних фенотипів мідій. **Методи.** Матеріалом слугували мідії, що зібрані у квітні 2014 р. при температурі води 12°C. Дослід включає в себе двотижневу аклімацию мідій в природній морській воді з початковою солоністю. Експерименти проводили в діапазоні температур від 10°C до 30°C. Всього оброблено та проаналізовано 660 екземплярів мідій.

Результати та висновки. У всьому досліджуваному діапазоні температури води частка фільтруючих молодих мідій всіх фенотипів становила: при 10 °C – 16-18 %; при 12 °C – 48 %; при 18 °C – 88 % (досягаючи оптимуму); при 20 °C – 70-73 % і при 24 °C – 36-38 %. Виявлено, що при 10, 20 і 24°C частка фільтруючих дорослих мідій знижувалася від фенотипу F_a до F_b і F_c . При 16 °C фільтраційна активність була характерна для мідій всіх фенотипів. При 18 °C максимум фільтруючих мідій відзначений у фенотипу F_a (98 %); для молюсків фенотипів F_b і F_c – по 91 %. Встановлено, що при максимальній температурі води 30 °C у молодих молюсків та дорослих мідій трьох фенотипів частка фільтруючих особин практично постійна – від 3 до 5 %.

Ключові слова: *Mytilus galloprovincialis*; фенотип; фільтрація; температура.

Е. О. Naum

Odesa National Mechnykov University, Laboratory of physical and chemical methods of research in biology,
2, Dvoryanska str., Odesa 6502, Ukraine, e-mail: naum_elizaveta@onu.edu.ua

FILTRATION ABILITY OF MUSSELS OF DIFFERENT PHENOTYPES OF ODESA DISTRICT OF THE BLACK SEA

Abstract

Introduction. Mussel *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) is an active filter feeder of seawater, it has an important role in the processes of biological self-purification of seawater. By the nature of distribution of the purple pigmentation in the outer prismatic layer of the mussel shell 3 phenotypic groups are distinguished: F_a – the pigment is absent, F_b – the pigment colours the whole shell, F_c – the pigment is located in form of radial strips alternating with non-pigmented zones.

The **purpose** of the work is to study the filtration ability of various mussel phenotypes.

Method. The mussels collected in April 2014 at the water temperature of 12°C served as the material. The research includes a two-week acclimation of the mussels in the natural sea water with an initial salinity. The experiments were carried out in the temperature range from 10°C to 30°C, with the temperature step being 2°C. In total 660 specimens of the mussels were processed and analysed.

Results and conclusions. It was found that in the entire investigated temperature range of water part of filter feeder young mussels for all phenotypes of constituted: at 10°C – 16-18 %; at 12°C – 48 %; at 18°C – 88 %, (reaching the optimum); at 20°C – 70-73 %, and at 24°C – 36-38 %. It was determined that at 10, 20 and 24°C, the proportion of adult filter feeder mussels decreased from phenotype F_a to F_b and

F_c . At 16°C the filtration activity was characteristic of mussels of all phenotypes. At 18°C the maximum of filter feeder mussels was observed in phenotype F_a (98 %); and in each of phenotypes F_b and F_c – 91 %. It was found that at the maximum temperature of the water 30°C in young mollusks and adult mussels of all three phenotypes part of filter feeder individuals is nearly constant – from 3 to 5 %.

Keywords: *Mytilus galloprovincialis*; phenotypes; filtration; temperature.

References

1. Zhilyakova I. G. (2004) Industrial cultivation of mussels and oysters [Promyshlennoe razvedenie midij i ustric], M.: AST Publishing House, Donetsk Stalker, 110 p.
2. Zhukovskaya E. A., Kodolova O. P. (2004) «On the genetic and morphological diversity of the Black Sea mussels» [»O geneticheskom i morfologicheskom raznoobrazii chernomorskoj midii«], Ecological-functional and faunistic aspects of the study of molluscs, their role in bioindication of the state of the environment, pp. 56-59.
3. Zaika V. I. (1990) Mytilidae of Black Sea [Mitilidy Chyornogo morya], Kyiv, Nauk. dumka, 208 p.
4. Zaycev Ju. P., Aleksandrov B. G., Minicheva G. G. (2006) North-western part of the Black Sea: biology and ecology [Severo-zapadnaja chast' Chjornogo morja: biologija i jekologija], Kyiv, Naukova dumka, 701 p.
5. Zolotarev V. N., Losovskaya G. V., Shurova N. M. (2002) «Zoocenoses mussels as a habitat for the species introduction» [«Zoocenoz midij kak biotop dlja introducirovaniya vidov»], Ecological problems of the Black Sea: the 4th intern. simp, pp. 298-301.
6. Pechen'-Finenko G. A. (1987) «The rate of water filtration *Mytilus galloprovincialis* Lam as a function of body weight and temperature» [«Skorost' fil'tracii vody *Mytilus galloprovincialis* Lam kakf unkciya massy tela i temperatury»], Ecology of the sea, № 25, pp. 54-62.
7. Stolbova N. G., Pirkova A. V., Gah A. N. (1997) «Genetic variation of color shell mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam» [«Geneticheskaja izmenchivost' cveta rakoviny u midi *Mytilus galloprovincialis* Lam»], Cytology and genetics, 31 (1), pp. 38-40.
8. Finenko G. A., Romanova Z.A., Abolmasova G.I. (1990) Environmental Energy Black Sea mussels [Ekologicheskaya energetika chernomorskih midij], Kyiv, Nauk. dumka, pp. 32-72.
9. Shurova N. M. (2008a) «Analysis of phenotypic structure of settlements in the Black Sea mussels color prismatic outer layer of their shells» [«Analiz fenotipicheskoy struktury poselenij midij Chyornogo moray po okraske naruzhnogo prizmaticheskogo slojaih rakovin»], Marine ecological journal, № 7 (4), pp. 88-97.
10. Shurova N. M. (2008 b) «Changes to the morphological and functional characteristics of the Black Sea mussels as a result of anthropogenic impacts on coastal systems northwestern Black Sea shelf» [«Izmenenija morfologicheskikh i funkcional'nyh harakteristiki chernomorskoj midi kak rezul'tat antropogennogo vozdejstvija na pribrezhnye komplekxy severo-zapadnogo shel'fa Chernogo morja»], Environmental safety of the coastal and offshore zone and integrated use of shelf resources, № 17, pp. 353-356.
11. Stadnichenko S., Shurova N. (2000) «Estimating productivity of the Black Sea mussels from their density and biomass», The Black Sea Ecological Problems Collected papers, pp. 297-300.