

УДК 594.124:577.115:62.-757.7(262.5)

## ЛИПИДНО-УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (LAMARCK, 1819) ИЗ ОБРАСТАНИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ АРТИЛЛЕРИЙСКОЙ БУХТЫ (СЕВАСТОПОЛЬ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

*Муравьёва И.П., Миронова Т.О.*

*ИнБЮМ им.А.О.Ковалевского НАН Украины, Севастополь, Украина  
E-mail: imuraveva@mail.ru*

Впервые рассчитано, что мидия размером 30 – 40 мм содержит около 2,0 мг нефтяных углеводов, размером менее 10 мм около 0,2 мг нефтяных углеводов. Мидии из наиболее загрязнённых участков бухты отличаются повышенным количеством липидов и углеводов. Полученные результаты могут быть использованы в мониторинговых исследованиях.

**Ключевые слова:** мидии, липиды, нефтяные углеводороды, гидротехнические сооружения.

### ВВЕДЕНИЕ

Липидно-углеводородный комплекс, являясь составной частью органических веществ, вместе с ними переходит с береговых естественных и искусственных структур в море. Известно, что накопление и воздействие липофильных органических загрязняющих веществ, в том числе и компонентов нефти, на моллюсков зависит от содержания липидов в организме [1].

Нефтяные углеводороды накапливаются в богатых липидами тканях живых организмов, и в этом комплексе могут выходить в морскую воду после гибели гидробионтов [2].

Данная работа является продолжением длительных наблюдений за изменением липидно-углеводородного состава обрастаний гидротехнических сооружений Артиллерийской бухты, характеристика которой была дана ранее [3]. На этом полигоне впервые проведённые исследования химического состава отдельных элементов обрастаний гидротехнических сооружений (микрופерифитона и макрофитов), показали, что в наиболее загрязнённых



Рис. 1 Схема расположения станций в б. Артиллерийская

участках бухты они отличаются повышенным содержанием липидов и углеводов [3, 4].

Представляет интерес изучение липидно-углеводородного состава мидий как одного из элементов обрастаний гидротехнических сооружений.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Пробы отбирали на трёх станциях бухты Артиллерийской (рис. 1), входящей в систему Севастопольских бухт, ручным скребком с вертикальной бетонной стенки набережной в приповерхностном горизонте (0 – 30 см) ежеквартально с лета 2009 г. по зиму 2011 г. В естественных поселениях как правило встречаются особи различных размерных групп. Материалом для исследования служили крупные мидии размером 30 – 40 мм и мелкие мидии длиной менее 10 мм. Мягкие ткани крупных мидий и мелкие мидии со створками предварительно высушивали при температуре 100°C и растирали в ступке до порошкообразного состояния. Для анализа брали навеску (в трёх повторностях) тканей мидий в 10 мг и мидий со створками в 100 мг, поскольку известно, что сухая масса мягких тканей составляет 3,3 – 4,4 % общей сырой массы мидии [5]. Липидно-углеводородный комплекс экстрагировали смесью хлороформ-этанол (2:1). Липиды определяли по цветной реакции с фосфованилиновым реактивом по Агатовой, суммарные углеводороды фракционированием модифицированным методом тонкослойной хроматографии на пластинах «сорбфил» и дальнейшим денситометрированием [6]. Нефтяные углеводороды определяли в инфракрасном спектре (длины волн 2700 – 3100<sup>см</sup>) на ИК Фурье. Результаты статистически обработаны по критерию Стьюдента ( $p = 0,05$ ), разброс данных представлен стандартным отклонением.

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Необходимо отметить, что в отдельных пробах не всегда присутствовали одновременно крупные и мелкие моллюски. Так, например, в 2011 г. весной, летом и осенью в пробах отсутствовали крупные мидии. Содержание липидов в мягких тканях крупных мидий представлено на рис 2.

Как видно из рис. 2 количество липидов в мягких тканях мидий составило в среднем  $8,8 \pm 1,1$  мг/ 100 мг сухого веса. Летом и осенью 2009 г. оно колебалось в пределах 7 – 9 мг/100 мг, а на протяжении 2010 г. изменялось от 6 до 11 – 12 мг/100 мг, причем минимальное содержание липидов отмечено зимой, а наибольшее весной и осенью. Увеличение жировых запасов в указанные сезоны может быть обусловлено как жизненным циклом мидий (репродуктивные периоды), так и внешними факторами [5, 7].

Мелкие мидии анализировали вместе со створками, поскольку предварительно проведённые исследования указывают, что створки мидий содержат липидов 0,1 мг/100 мг сухого веса, углеводов 0,03 мг/100 мг, нефтяных углеводородов 0,02 мг/100 мг.

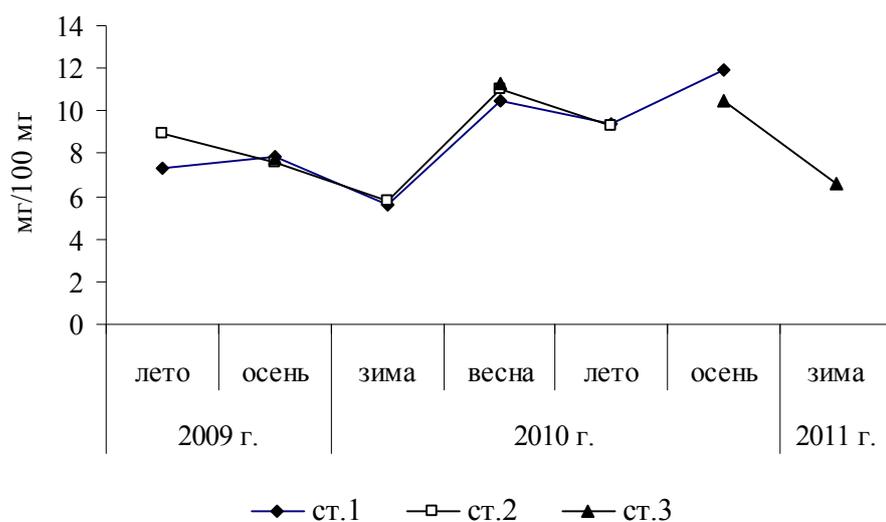


Рис. 2 Содержание липидов в мягких тканях крупных мидий

На рис 3 представлено содержание липидов в мелких мидиях со створками.

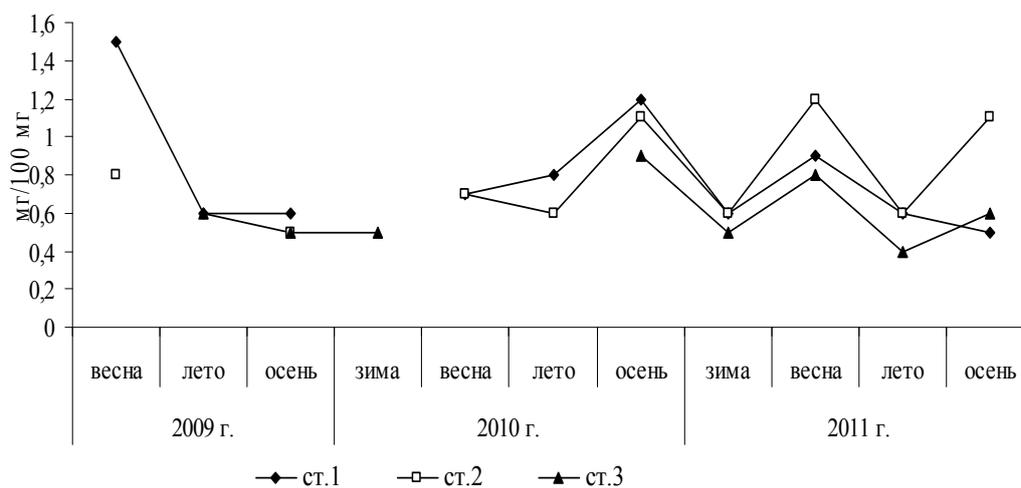


Рис.3 Содержание липидов в мелких мидиях со створками

Количество липидов в среднем в мелких мидиях составило  $0,7 \pm 0,1$  мг/100 мг. Максимальная концентрация этих соединений  $1,5 \pm 0,07$  мг/100 мг определена на ст.1, минимальная  $0,4 \pm 0,01$  мг/100 мг на ст.3. Повышенное содержание липидов отмечено в основном на ст.1 и 2, также в большей степени весной и осенью, как и в тканях крупных мидий.

На рис 4 представлено содержание углеводов в мягких тканях крупных мидий.

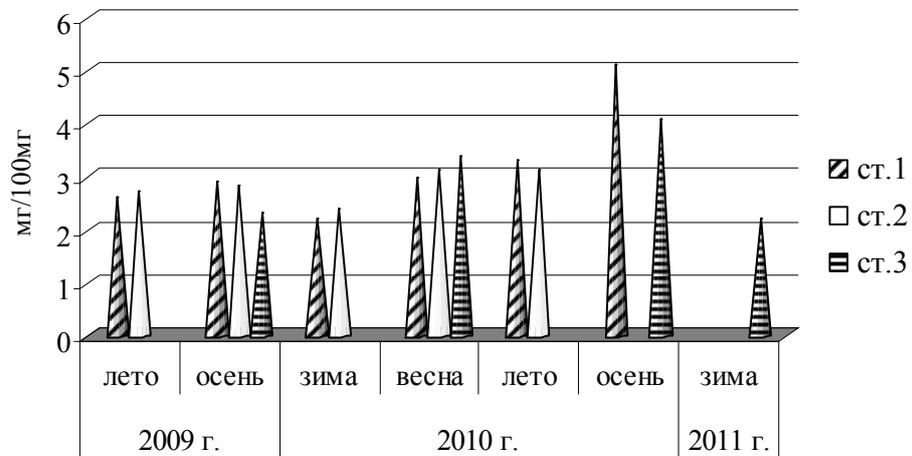


Рис.4. Содержание углеводов в мягких тканях крупных мидий

В среднем количество углеводов в мягких тканях мидий составило  $3,0 \pm 0,37$  мг/100 мг сухого веса. Максимальная концентрация углеводов отмечена осенью 2010 г.

На рис.5 представлено содержание углеводов в мелких мидиях со створками.

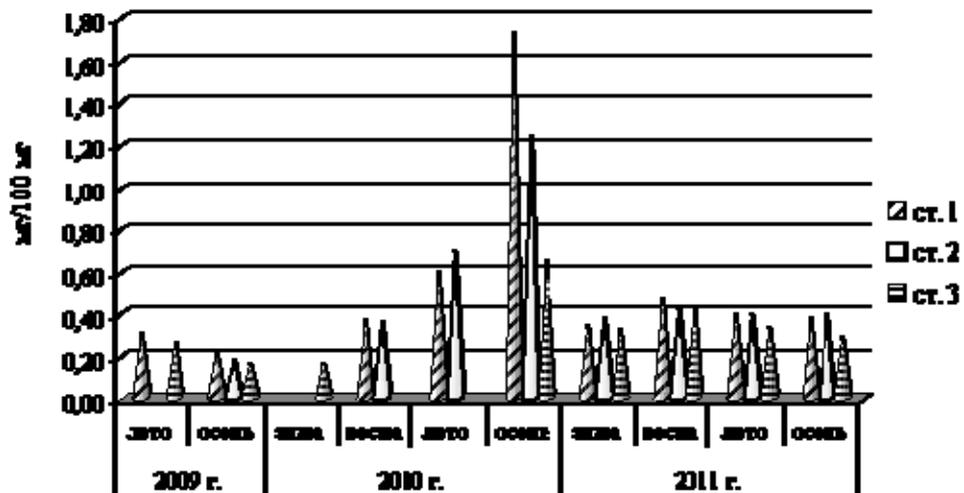


Рис. 5 Содержание углеводов в мелких мидиях со створками

Содержание углеводов в среднем колебалось от  $0,34 \pm 0,06$  до  $0,52 \pm 0,14$  мг/100 мг. Меньшее их количество отмечено на ст.3. Максимальная концентрация углеводов в мелких мидиях со створками на исследованных станциях наблюдалась осенью 2010 г., соответственно в это же время в них определялось и повышенное содержание липидов.

Характер сезонных изменений углеводов подобен таковому липидов. Известно, что мидии с высоким содержанием липидов накапливают в себе больше углеводов, а исследования с мидиями из бухт разной степени загрязнения показали, что моллюски из загрязненной бухты отличаются большим содержанием липидов и углеводов [8].

На рис. 6 представлено содержание нефтяных углеводов в мягких тканях крупных мидий.

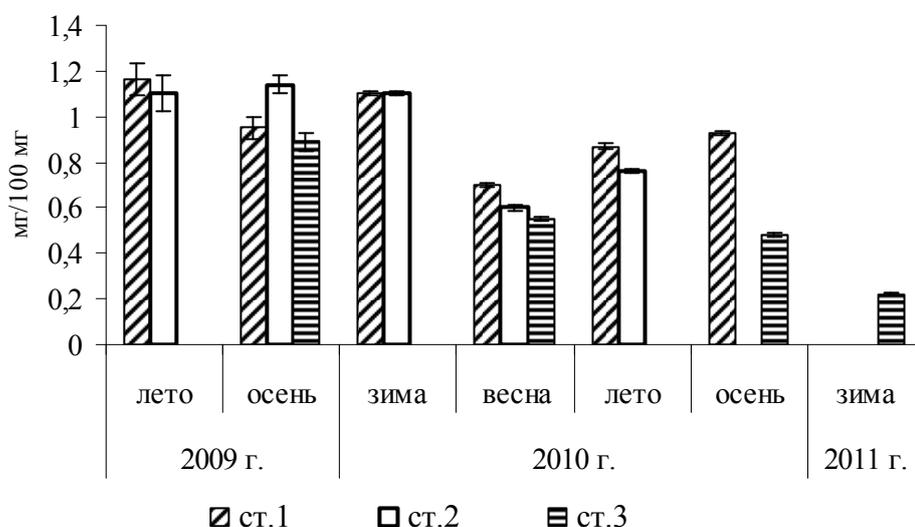


Рис.6 Содержание нефтяных углеводов в мягких тканях крупных мидий

Среднее количество нефтяных углеводов на ст.1 и 2 составило  $0,95 \pm 0,09$  мг/100 мг сухого веса, тогда как на ст.3 почти в 2 раза меньше. Более высокое содержание нефтяных углеводов в мягких тканях крупных мидий наблюдалось в 2009 г. Можно отметить, что в это же время повышенное содержание нефтяных углеводов было определено и водорослях макрофитах из обрастаний гидротехнических сооружений Артиллерийской бухты [3].

Количество углеводов в мидиях зависит от степени загрязнения морской среды, так, например, известно, что мидии из чистого района акватории Севастополя содержали нефтяных углеводов 48 мг/100 г сырого веса, а из загрязненной бухты 180 мг/100 г сырого веса [9], что в пересчёте на сухой вес соответствует полученным нами результатам.

На рис.7 представлено содержание нефтяных углеводородов в мелких мидиях со створками.

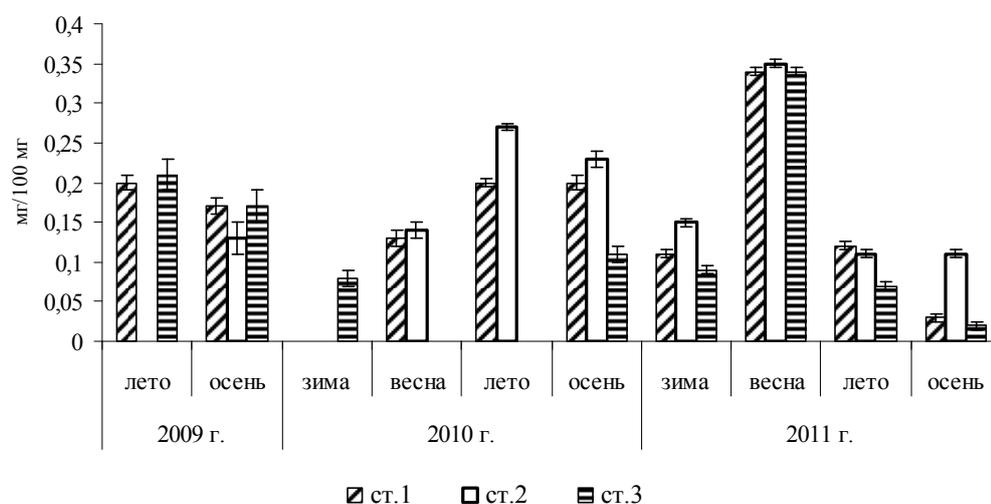


Рис.7. Содержание нефтяных углеводородов в мелких мидиях со створками

Среднее количество нефтяных углеводородов колебалось от  $0,14 \pm 0,04$  мг/100 мг на ст.3 до  $0,19 \pm 0,03$  мг/100 мг на ст.2. Максимальная концентрация была отмечена весной 2011 г. на всех станциях:  $0,34 - 0,35$  мг/100 мг, что вероятно было связано с залповым выбросом нефтепродуктов в море.

В 2009 г. на долю нефтяных углеводородов в мягких тканях крупных мидий приходилось 40 % от суммы углеводородов, а в мелких мидиях со створками 70 – 90 %, в последующие сезоны их доля в среднем составляла 30 %. Многолетние исследования показали [8], что количество и состав углеводородов мидий отражают содержание в морской воде нефтяных и биогенных углеводородов. В частности, в период массового цветения фитопланктона в теле мидий отмечается преобладание биогенных углеводородов ( $C_{15}$ ,  $C_{17}$ ), характерных для углеводородного состава фитопланктона. Спектр углеводородов мидий, собранных из загрязненных нефтью и нефтепродуктами бухт, идентичен нефтяным углеводородам.

По данным Соловьёвой О. В. [10] средняя сухая масса тканей мидии размером 30 – 40 мм составляет 176 мг, расчётным путём получено, что такая мидия содержит около 2,0 мг нефтяных углеводородов, тогда как средняя сухая масса мидии со створками размером < 10 мм составляет 140 мг и такая мидия содержит около 0,2 мг нефтяных углеводородов.

Можно отметить, что меньшее количество нефтяных углеводородов наблюдалось как в тканях крупных мидий, так и в мелких мидиях со створками на ст.3.

Бухта Артиллерийская испытывает значительную антропогенную нагрузку, её донные осадки загрязнены нефтепродуктами [11]. Изученный липидно-углеводородный состав макрофитов и микроперифитона обрастаний

гидротехнических сооружений на указанных станциях показал, что наиболее загрязнённой является ст.2 [3, 4]. Однако по содержанию липидов и углеводов мягких тканей мидий и мидий со створками она не выделяется. Вероятно это может быть связано с тем, что мидии, как и большинство двустворчатых моллюсков, выработали комплекс адаптаций, позволяющий им выживать в условиях загрязнения нефтью и нефтепродуктами [12], а также с тем, что сравнительно невысокая скорость накопления углеводов мидиями более загрязнённой бухты может быть связана с насыщением тканей углеводами, включая те отделы, где растворяются и аккумулируются углеводороды [8].

Как указывают Иванов В.А. и др. [13] на изменение экологических условий, распределение загрязнённых вод в разных частях Севастопольской бухты значительное влияние оказывают интенсивность водообмена, динамика вод и сгонно-нагонные ветры. Морфометрические особенности, полузамкнутость бухты, искусственное сужение входного пролива способствуют при определённых ветровых условиях формированию вихревых динамических структур внутри бухты. Замкнутые циркуляционные ячейки локализуют линзы распреснённых вод, в которых накапливаются загрязняющие вещества. Вероятно этим можно объяснить количественное отличие липидно-углеводородного состава мидий со ст.3.

#### ВЫВОД

Впервые рассчитано, что мидия размером 30 – 40 мм содержит около 2,0 мг нефтяных углеводов, размером менее 10 мм около 0,2 мг нефтяных углеводов. Мидии из наиболее загрязнённых участков бухты отличаются повышенным количеством липидов и углеводов. Полученные результаты могут быть использованы в мониторинговых исследованиях.

#### Список литературы

1. Фокина Н.Н. Липидный состав мидий *Mytilus edulis* L. Белого моря. Влияние некоторых факторов среды обитания / Фокина Н.Н., Нефедова З.А., Немоляева Н.Н. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. – 243 с.
2. Миронов О.Г. Взаимодействие живых организмов с нефтяными углеводородами. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 128 с.
3. Муравьёва И.П. Сезонная динамика липидно-углеводородного состава макрофитообрастаний гидротехнических сооружений Артиллерийской бухты (Севастополь, Чёрное море) / Муравьёва И.П., Миронова Т.О. // Учён.записки ТНУ им. В. И. Вернадского. – Серия «Биология и химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 4. - С. 166 – 170.
4. Муравьёва И.П. Мониторинговые исследования липидно – углеводородного состава и некоторых микробиологических показателей микроперифитона гидротехнических сооружений (Севастополь, Чёрное море) / Муравьёва И.П., Миронова Т.О., Енина Л.В. // Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Біологія. Спецвипуск: Гідроекологія. – 2010. - № 3 (44) – С. 182 – 186.
5. Заика В.Е. Митилиды Чёрного моря. / Заика В.Е., Валова Н.А., Повчун А.С., Ревков Н.К. - Киев: Наук. думка, 1990. – 208 с.
6. Копытов Ю.П. Новый вариант тонкослойной хроматографии липидов и углеводов / Копытов Ю.П. // Экология моря. – 1983. – Вып. 13. – С. 76 – 80.

7. Иванович Г. В. Особенности содержания гликогена и липидов у мидий в зоне берегоукрепительных сооружений одесского побережья / Иванович Г.В., Лисовская В.И // Мор.экол.журн.- 2004. – III, № 4, - С. 48 – 54.
8. Щекатурина Т. Л. Углеводороды автохтонного и аллохтонного происхождения и их преобразование в морских организмах / Щекатурина Т.Л. // Автореф. дисс.... докт.хим.наук. – Ростов-на-Дону, 1992. – 34 с.
9. Миронов О.Г. Потоки нефтяных углеводородов через морские организмы/ Миронов О.Г. // Мор.экол.журн.- 2006. – V, № 2, - С. 5 - 14.
10. Соловьёва О.В. Роль митилид (Mollusca: Mytilidae) в процессах самоочищения морской воды от нефтяных углеводородов / Соловьёва О.В. // Экология моря, 2007. – Вып.73. – С. 91 – 100.
11. Миронов О.Г. Мониторинг экологического состояния бухты Артиллерийская (Севастополь, Чёрное море) / Миронов О.Г., Алёмов С.В., Осадчая Т.С., Гусева Е.В., Миронова Т.О., Муравьёва И.П., Миронов О.А., Енинина Л.В., Алифанова Д.А., Волков Н.Г.// Мор.экол.журн.- 2012. – XI, № 1, - С. 41 - 52.
12. Mc Dowell J. Biological Contaminants of Marine Shelfish and Implications for Monitoring Population Impact. In: Buchsbaum R., Rederson J., Robinson W.E. (eds.) The Decline of Fisheries Resources in New England. Evaluating the Impact of Overfishing, Contamination, and Habitat Degradation. – 2005. – P. 119 – 130.
13. Иванов В.А. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов / Иванов В.А., Овсяный Е.И., Репетин Л.Н., Романов А.С., Игнатъева О.Г. - МГИ НАНУ. – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2006. - 90 с.

**Муравйова І. П. Ліпідно – вуглеводневий склад *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) з обростань гідротехнічних споруджень Артилерійської бухти (Севастополь, Чорне море) / І.П. Муравйова, Т.О. Міронова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2012. – Т. 25 (64), № 3. – С. 137-144.**

Уперше розраховано, що мідія розміром 30 - 40 мм містить близько 2 мг нафтових вуглеводнів, розміром менше 10 мм близько 0,2 мг нафтових вуглеводнів. Проведені дослідження показали, що мідії з найбільш забруднених ділянок бухти відрізняються підвищеною кількістю ліпідів і вуглеводнів. Отримані результати можуть бути використані в моніторингових дослідженнях.

**Ключові слова:** мідії, ліпіди, нафтові вуглеводні, гідротехнічні споруди.

**Muravjova I.P. Lipid-hydrocarbon composition of *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) from hudrotechnical constructions of the Artilleriskaya Bay (Sevastopol, the Black Sea) / I.P. Muravjova, T.O. Mironova // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No 3. – P. 137-144.**

It was estimated for the first time that mussel 30 - 40 mm long contains about 2 mg of oil hydrocarbons, while the mussel, which is less than 10 mm contains about 0.2 mg of oil hydrocarbons. Studies have resulted that the mussels from the most contaminated areas of the bay contain the increased amount of lipids and hydrocarbons. The results obtained can be used in monitoring researches.

**Keywords:** mussels, lipids, hydrocarbons, oil, hudrotechnical structures.

Поступила в редакцію 14.09.2012 г.