

**УДК 594:124:094.3(262.5)**

## **ДИНАМІКА НАКОПИЧЕННЯ КАДМІЮ У ТКАНИНАХ ЧОРНОМОРСЬКОЇ МІДІЇ ЗА РІЗНИХ УМОВ ЙОГО НАДХОДЖЕННЯ В ОРГАНІЗМ**

**Семенова О.О.**

*Одеський національний університет ім. І.І.Мечникова, Одеса, Україна  
E-mail: masterkristi@rambler.ru*

Проведено порівняльне вивчення накопичення кадмію у організмі чорноморських мідій при харчовому його надходженні і при надходженні у розчинному стані. Показано, що цей важкий метал при надходженні у розчиненому вигляді з морською водою в більшій мірі накопичується в зябрах та нозі моллюска, ніж при харчовому надходженні. Характер накопичення кадмію та вміст його у тканинах практично не залежить від джерела його надходження у організм моллюска, а вміст цього металу близький. При харчовому надходженні цей метал накопичується переважно у зябрах. У гепатопанкреасі та тканинах ноги ефекту насичення кадмієм не встановлено.

**Ключові слова:** водорості, чорноморська мідія, накопичення, кадмій.

### **ВСТУП**

Кадмій відноситься до тих елементів, які у визначених кількостях є особливо токсичними для гідробіонтів різних трофічних рівнів [1, 2]. У науковій літературі зустрічається достатньо велика кількість досліджень, в яких вивчався вплив солей важких металів, зокрема кадмію, на фізіологічні та біохімічні процеси в організмі мідій. Вивчалися окремі процеси метаболізму вуглеводів, ліпідів і білків, роль тіолово-вмісних сполук у реалізації дії важких металів на організм [3], дія солей важких металів на травну систему мідій [4], встановлені деякі адаптивні процеси та їх механізми за дії важких металів [5, 6], пропонується також використовувати реакції мідії у системі біомоніторингу морського середовища [7]. Окремі аспекти особливостей накопичення кадмію чорноморськими мідіями за дії солей важких металів практично не вивчені [8, 9]. Праць, присвячених накопиченню важких металів при їх надходженні у організм мідії з їжею, в літературі немає, тому не представлялося можливим провести порівняння процесів накопичення важких металів, зокрема кадмію, при їх надходженні у організм з їжею та у розчинному стані.

Метою нашого дослідження було вивчити особливості накопичення в організмі чорноморських мідій одного з найбільш токсичних важких металів – кадмію при його надходженні у організм з морської води та з їжею.

### **МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ**

Дослідження проводили на чорноморських мідіях *Mytillus galloprovincialis* Lam. чорної морфи розміром 3,5–4,0 см. Після відлову моллюски на протязі однієї

години транспортувалися у лабораторію, де містилися у акваріум. Після періоду адаптації (5 діб) мідії використовувалися для експериментування у лабораторних умовах. Споживчими факторами були три види водоростей різних систематичних груп: *Dunaliella salina* Teod., *Thalassiosira pseudonana* (Hustedt) Hasle et Heimdal та *Pavlova lutheri* (Droop) Green.

Для експериментування використовували хлорид кадмію у концентраціях  $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ ;  $1,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ ,  $10,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ . На протязі гострого експерименту (3 доби) вода у акваріумах, де проходило культивування не змінювали. Кількість повторних варіантів у кожній серії дослідів складала 8–10.

У першій серії дослідів вивчали накопичення кадмію у клітинах водоростей, які використовувались як споживчі фактори. У середовище, де культивувалися водорості, клітини яких не містили кадмію, вводили сіль кадмію до концентрації:  $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ ;  $1,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ ,  $10,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ , - після чого визначили вміст цього металу в акваріумах.

У другій серії дослідів мідії по одній вносили у профільтровану морську воду та годували водоростями, які були попередньо експоновані у воді з хлоридом кадмію відповідної концентрації. Водорості, які використовувались як споживчі фактори були у такій чисельності, щоб кількість кадмію у них відповідала певному визначаємому вмісту, його при різних концентраціях  $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ ;  $1,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ ,  $10,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ .

Вміст кадмію у водоростях та чорноморських мідіях, після ліофілізації певних зразків, визначали за допомогою полум'яного фотометру. Результати дослідження представляли середні величини з їх середніми похибками ( $M \pm m$ ). Отримані цифрові дані опрацьовані з розрахунку 1 мідія на 1л морської води, з використанням метода Стьюдента [10].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

При проведенні досліджень передусім вивчали: динаміку накопичення кадмію у клітинах трьох видів водоростей різних систематичних груп за різних концентрацій хлориду кадмію у морській воді. Результати цього дослідження приведені на Рис. 1.

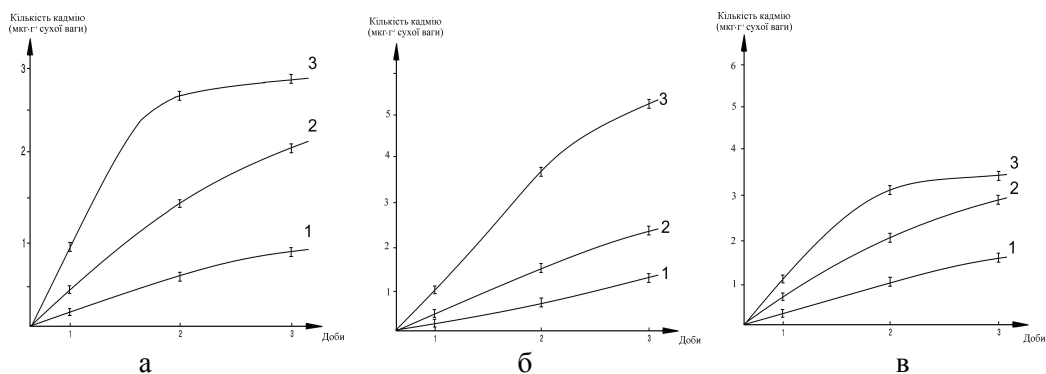


Рис. 1. Динаміка накопичення кадмію у клітинах *D. salina* (а), *Th. pseudonana*: (б), *P. lutheri*: 1 – концентрація  $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ , 2 – концентрація  $1,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ , 3 – концентрація  $10,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ .

Різниця вірогідна у порівнянні з контролем при  $P \leq 0,05$

Приведені дані свідчать, що характер накопичення кадмію в усіх вище згаданих видів водоростей аналогічний, має лінійний характер та його відмінності лише кількісні. Було встановлено, що максимальна концентрація хлориду кадмія викликає ефект насичення клітин водоростей кадмієм на 2–3 добу експерименту ( $P \leq 0,05$ ).

Дослідження з водоростями мали допоміжний характер та були необхідні для з'ясування кількостей кадмію у клітинах водоростей з метою подальшого їх використання для харчування мідій, враховуючи при цьому відомі кількості цього металу, які надходять у організм молюска. Отримані результати допоміжних досліджень дали можливість дозувати кількості кадмію, що надходили у організм мідій з їжею.

Результати дослідів по вивченню накопичення кадмію у тканинах чорноморських мідій представлені на Рисунку 2.

Отримані дані свідчать, що при найменшій та середній концентраціях  $CdCl_2$  у морській воді спостерігалось лінійне збільшення вмісту кадмію у гепатопанкреасі мідій при збільшенні часу експонування з 1 до 3 діб. При найбільшій концентрації хлориду кадмія ефект насичення тканин був відмічений протягом другої доби експонування (рис. 2).

Як видно із даних, наведених на Рис. 2, тільки найменша концентрація хлориду кадмію викликала лінійне збільшення кількості кадмію. Більші концентрації протягом другої доби приводили до ефекту насичення тканини зябр кадмієм. Протягом третьої доби дослідів вміст цього металу у зябрах при усіх досліджуваних концентраціях був близьким. Характер накопичення кадмія у нозі мідій був таким як у зябрах. При використанні концентрації  $10,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$  протягом третьої доби був встановлений ефект насичення тканин кадмієм (рис. 2).

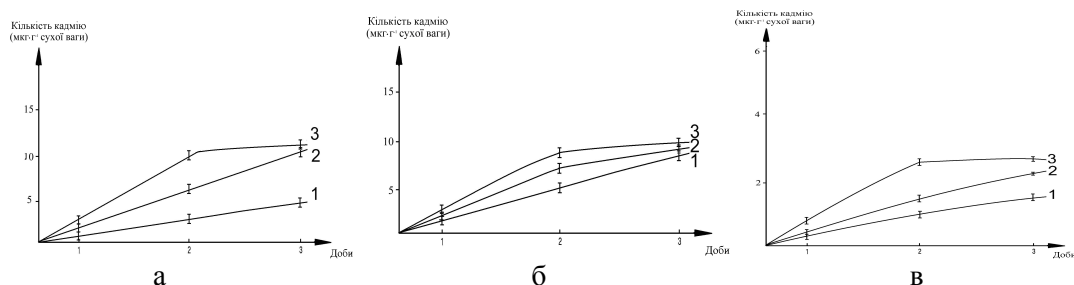


Рис. 2. Динаміка накопичення кадмію в гепатопанкреасі (а), зябрах (б) та нозі (в) мідій при його надходженні з морською водою

1 – концентрація  $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ , 2 – концентрація  $1,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ , 3 – концентрація  $10,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ .

Різниця вірогідна у порівнянні з контролем при  $P \leq 0,05$

У випадках при надходженні кадмію з їжею у гепатопанкреасі залежність кількості накопиченого кадмію від часу має лінійний характер та не залежи від дози кадмію. Ефекту насичення тканини гепатопанкреаса кадмієм не було встановлено (рис. 3, а).

У зябрах мідій при надходженні кадмію з їжею накопичуються невеликі кількості цього металу. Найменша його доза веде до його лінійного збільшення при збільшенні часу експозиції. Більші дози металу викликають ефект насичення тканин зябр протягом другої доби (доза  $1,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ) та першої доби (доза  $10,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ). Протягом третьої доби кількість кадмію у зябрах не залежала від використаної його дози  $P \leq 0,05$  (рис. 3, б).

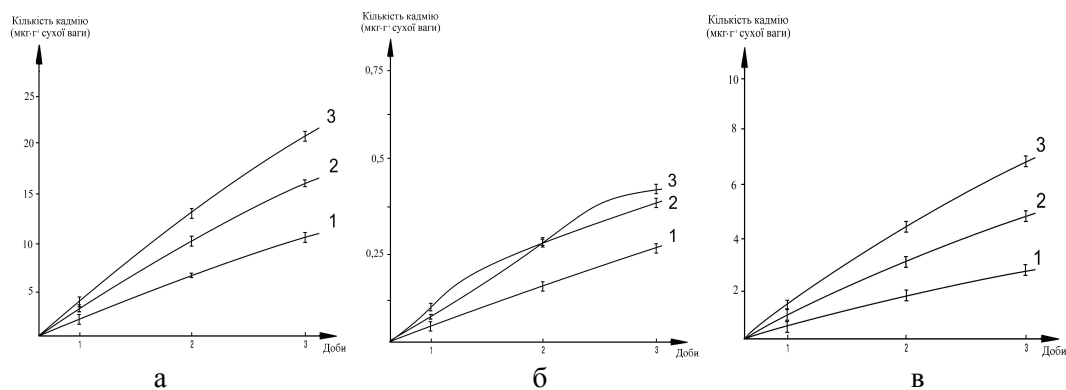


Рис. 3. Динаміка накопичення кадмію мідіями при його надходженні з їжею (у гепатопанкреасі (а) - споживчий фактор *D. Salina*, зябрах (б) - споживчий фактор *Th. Pseudonana*, та у нозі (в) – споживчий фактор *P. lutheri*)

1 – концентрація  $0,1 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ , 2 – концентрація  $1,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ , 3 – концентрація  $10,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$

Різниця вірогідна у порівнянні з контролем при  $P \leq 0,05$

У нозі мідій накопичення кадмію проходило лінійно на протязі трьох діб експериментів при всіх досліджуваних дозах цього металу. Ефекта накопичення кадмією цією тканиною встановлено не було  $P \leq 0,05$  (рис. 3,в).

Аналіз результатів проведеного дослідження накопичення кадмію у тканинах чорноморської мідії за різних умов його надходження в організм – при харчовому надходженні та надходженні у розчиненому виді з морської води – свідчить про існування різних механізмів розподілу цього металу.

### ВИСНОВКИ

1. При харчовому надходженні кадмію цей метал накопичується переважно у зябрах мідій. У гепатопанкреасі та тканинах ноги ефекту насичення кадмієм встановлено не було.
2. При надходженні кадмію у розчиненому виді вміст його у зябрах і у нозі мідій був близьким, а характер накопичення – аналогічним.
3. Динаміка накопичення кадмію у тканинах мідій при його надходженні з їжею має лінійний характер. При надходженні цього металу у розчиненому вигляді при високих концентраціях спостерігається ефект насичення.

## Список літератури

1. Линник П. Н. Тяжёлые металлы в поверхностных водах Украины: содержание и формы миграции/ П. Н. Линник // Гидроб. журн. – 1999. – Т. 35, № 1. – С. 22-39.
2. Мур Ж.В. Тяжелые металлы в природных водах / Ж.В. Мур, С. Рамамути. – М.: Мир, 1987. – 285 с.
3. Da Ros L. Biomarkers and trace metals in the digestive gland of indigenous and transplanted mussel *Mytillus galloprovincialis* in Venice Lagoon, Italy / L. Da Ros, C. Nasci, I. Marigomez, M. Soto // Mar. Environ. Res. – 2000. – Vol. 50. – P. 417-423.
4. Челонин В. П. Биохимические механизмы адаптации *Mytilus trassullus* к ионам кадмия и меди / В. П. Челонин, Н. Н. Бельчева, М. В. Захарцев // Биология моря. – 1998. – Т. 24. – № 5. – С. 319-325.
5. Conesi L. Heavy metals and glutathione metabolism in mussel tissues/ L. Conesi, A. Viarengo, C. Leonzio, M. Filipelli, G. Gallo // Aquat. Toxicol. – 1999. – Vol. 46, № 1. – P. 67 – 76.
6. Khessiba A. Biochemical response of the mussel *Mytillus galloprovincialis* from Birerta (Tunisia) to chemical pollutant exposure / A. Khessiba, P. Hoaran, N. Gnassia-Barelli, P. Asissa // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 2001. – Vol. 40. – № 2. – P. 222-229.
7. Regoli F. Trace metals and antioxidant enzymes in gills and digestive gland at the Mediterranean mussel *Mytillus galloprovincialis* / F. Regoli // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 1998. – Vol. 34, №1. – P. 48-63.
8. Romeo M. Mussel transplantation and biomarkers as useful tools for assessing water quality in the NW Mediterranean / M. Romeo, P. Hoaran, G. Garello, M. Gnassia-Barelli, J. P. Girard // Environ. Pollut. – 2003. – Vol. 122. – № 3. – P. 369 – 378.
9. Livingstone D. R. Antioxidant enzymes in the digestive gland of the common mussels *Mytillus edulis* / D. R. Livingstone, F. Lips, P. Garsia Martinez, R. K. Pipe // Mar. Biol. – 1992. – Vol. 12, № 2. – P. 265-276.
10. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М. : ВЫСШАЯ школа. 1990. – 362 с.

**Семенова О.А. Динамика накопления кадмия в тканях черноморской мидии при разных условиях его поступления в организм / О.А. Семенова // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 2. – С.249-253**

Проведено сравнительное изучение накопления кадмия в организме черноморских мидий при его попадании с пищей и с морской водой. Показано, что этот тяжелый металл при попадании с морской водой в большей степени накапливается в жабрах и ноге, чем при попадании с пищей. При этом характер его накопления и содержания в тканях практически не зависит от источника его поступления в организм моллюска. При попадании с пищей этот металл накапливается в жабрах. В гепатопанкреасе и тканях ноги эффекта насыщения кадмием установлено не было.

**Ключевые слова:** водоросли, черноморская мидия, накопление, кадмий.

**Semenova O.O. Study of cadmium accumulation in tissues of Black Sea mussel at the different ways of organism entering / O.O. Semenova // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 2. – P. 249-253.**

The compare of cadmium accumulation to the Black Sea mussels organisms depending on the way . - of intake (with food and from water environment) have been done. The main quantity of this heavy metal were accumulated in the leg and branchiae of mussel in condition of soluble state as opposed to the condition of nutritional intake. The characteristics of cadmium accumulation and his content in the tissues practically did not depend on the source of his entering organism of shellfish. In the condition of nutritional intake cadmium was accumulated in the tissues of branchiae. There were no effect of cadmium satiation in the tissues of hepatopancreas and leg of mussels.

**Keywords:** algae, the Black Sea mussel, satiation, cadmium.

*Поступила в редакцию 11.06.2011 г.*