

ВИЗНАЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У БЕНТОНИХ ЕКОСИСТЕМАХ АКВАТОРІЇ КАРАДАЗЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

*Виявлено неточності у визначенні вмісту Кадмію у *Mutilus Galloprovincialis* і *Cistoseria crinita* морської акваторії Карадазького природного заповідника. Надано нові дані.*

Упорядковуючи результати наших вимірювань вмісту Кадмію у молюсках *Mutilus Galloprovincialis* та бурих водоростях *Cistoseria crinita*, що були проведені у 2003–2004 роках, ми виявили, що вони суттєво відрізняються від аналогічних даних, які опубліковані Заклецьким О. А. і Кадошніковим В. М. у цьому журналі раніше [1]. Більш того, уважно читаючи статтю цих авторів, ми не знайшли повної відповідності їхній тезі, що «порівняння отриманих даних щодо концентрацій РЬ та Си із даними вісімдесятих років показує, що принципівих змін у їх концентраціях не відбулось». Наприклад, у наведених ними даних зі статті [2] інтервал концентрацій Купруму в молюсках *Mutilus Galloprovincialis* становить 0,19–1,04 мкг/г, а Плюмбуму - 0,3–0,64 мкг/г, тоді як результати, отримані Заклецьким О. А. і Кадошніковим В. М., становлять 0,001–0,05 мкг/г для Купруму і 0,0043–0,08 для Плюмбуму. Ми не будемо коментувати результати вимірювань концентрації Кадмію у водоростях (10^6 мкг/г) - даних про такі малі концентрації ми в літературі взагалі не знайшли. Більш реальні дані наводять Заклецький О. А. і Кадошніков В. М. для двостулкових молюсків *Mutilus Galloprovincialis* - 0,0018–0,025 мкг/г сухої маси. У літературі наводять різні величини вмісту Кадмію: від 0,4–0,7 мкг/г у лобстерах *Panulirus gracilis* каліфорнійського узбережжя [3] до 26 мкг/г в *Ruditapes decussatus* біля Португалії [4]. Але для нас важливіші результати вимірювань концентрації Кадмію у двостулкових молюсках *Mutilus Galloprovincialis* поблизу Венеції [5], що становила 1,0 мкг/г сухої ваги, або в *Mutilus edulis* біля узбережжя Китаю [6], де вміст Cd склав 0,88 мкг/г. Такі неузгодженості величин, наведених у публікації Заклецького О. А. і Кадошнікова В. М. [1], з літературними даними, дають підстави навести свої результати вимірювань вмісту Кадмію у молюсках *Mutilus Galloprovincialis* і водоростях *Cistoseria crinita* морської акваторії Карадазького природного заповідника.

Мідії *Mutilus Galloprovincialis* були відібрані біля Біостанції (3 м), у Чорному ярі (3 та 5 м),

Сердоликовій бухті, (3, 8 та 15 м), у Пограничній бухті (8 м) та біля Каменів Кузьміча (8 та 15 м). М'які тканини мідій зважували, сушили і знову зважували. Мінералізацію виконували сухим методом в електропечі, випалюючи проби до 450 °С, або у киплячій нітратній кислоті. Результати були ідентичні при обох методах мінералізації. Вимірювання вмісту Кадмію здійснювали за допомогою методу інверсійної вольтамперометрії на приладах АВА-1. Одержані концентрації у розрахунку на суху масу проб мало залежали як від глибини збирання (3м - 2,7 мкг/г, 8м - 2,3 мкг/г і 15м - 3,8 мкг/г), так і від місця відбору: Біостанція - 2,6 мкг/г, Чорний яр - 2,7 мкг/г, Сердоликова бухта - 2,6 мкг/г, Погранична бухта - 2,5 мкг/г і Камені Кузьміча - 3,1 мкг/г. Було обчислено середній вміст Cd у молюсках усього Карадазького ареалу, який становив $2,73 \pm 1,00$ мкг/г. Це більше, ніж містять Cd молюски *Mutilus* поблизу Венеції [5], і дорівнює його вмісту в малюсках *Rapana venosa* китайського узбережжя [6]. Оглянемо опубліковані дані про вміст Кадмію у молюсках *Mutilus Galloprovincialis*. У лагуні Варано в розрахунку на суху масу вміст Cd становив 1,2 мкг/г [7], але автори посилаються на результати 1984 р., коли вміст коливався в межах 1,9–4,5 мкг/г. Це літературне джерело для нас важливе через те, що у ньому визначено вміст Cd у воді, який становить 0,03 мкг/л. Японські дослідники навели серію своїх результатів і даних колег, що вимірювали вміст Cd та інших металів біля острова Kyushu в м'яких тканинах *Mytilus edulis* [8]. Дані авторів для трьох ділянок становлять 0,92, 1,52 і 18,4 мкг/л сухої маси

Якщо врахувати середньостатистичне співвідношення вмісту Кадмію у воді внутрішніх морів і в тілах молюсків [9], його концентрація у морській воді акваторії Карадагу має становити 1–8 мкг/л, тобто не виходити за межі середніх концентрацій, характерних для подібних акваторій. Якщо ж використати для розрахунку співвідношення вмісту Cd у молюсках і воді, наведене у статті італійських дослідників [7], концентрація Cd у воді буде ще меншою - до 0,06 мкг/л.

Оскільки метод дає змогу одночасно визначити вміст Купруму та П्लомбуму, то варто навести середні показники концентрацій цих елементів у мідях у розрахунку на суху масу. Для Си середній вміст склав $1,0 \pm 1,0$ мкг/г, для Рb - $4,3 \pm 4,0$ мкг/г. Ці дані дещо різняться від результатів, наведених у статті [1], де співвідношення металів зворотне. Опубліковані дані дослідження вмісту Пломбуму в молюсках поблизу Неаполя [10] становлять у середньому $2,2$ мкг/г, а японські автори [8] наводять для *Mytilus edulis* широкий інтервал результатів, серед яких власні дані становлять $0,73$ і $8,08$ мкг/л.

Як впливає із публікацій, більшість вимірювань вмісту Cd та інших важких металів закордоном здійснюється за допомогою атомно-абсорбційного спектрометра, приладу досить дорогого. Ми користувались дешевшим приладом для інверсійної амперометрії АВА-1, який є первістком серії, що ліцензована у Росії, а зараз - і в Україні як засіб для вимірювання вмісту важких металів. Нам важливо було одержати гарантії, що прилади цієї серії здатні підтримувати моніторинг Cd, Рb, Си тощо, наприклад, у наших водних акваторіях. Останнім часом як об'єкти моніторингу водних акваторій із деяких причин частіше використовуються молюски, але раніше для реєстрації забруднення важкими металами води використовувались водорості. Одночасно з нами вимірювання вмісту Кадмію, але у бурих

макроводоростях *Cistoseria crinita*, що були відібрані у тому ж регіоні, здійснювала Семків О. В. З її дозволу для підтвердження придатності приладу АВА ми інформуємо про задовільні наслідки її досліджень, які показали, що середня концентрація Кадмію у *Cistoseria crinita* на різних ділянках виявилась майже однакова у бухті Пограничній і Сердоликовій та біля Каменів Кузьмича. Середній вміст Cd у цих водоростях становить $0,61 \pm 0,6$ мкг/г сухої ваги. Лише на глиині 3 м останньої ділянки концентрація Кадмію була значно вище і коливалась у широких межах - $12,2 \pm 11,2$ мкг/г. Семків О. В. зазначила також, що наявність кремнієвих бляшок у цих водоростях погіршує ефективність мокрого методу озолення, примушуючи доповнювати загальну процедуру стадією попереднього сухого озолення.

Можна вважати можливим і коректним використання методу інверсійної амперометрії із застосуванням приладів серії АВА для моніторингу важких металів у водному середовищі при роботі із молюсками *Mitilus Galloprovincialis* і водоростями *Cistoseria crinita* у ролі індикаторів.

Автори дякують Марченку В. С. за допомогу у відборі зразків у морській акваторії і Вишневській Г. В. за консультації і контроль роботи приладу АВА-1

1. Заклецький О.А., Кадошніков В. М. Дослідження вмісту важких металів у біотичній складовій бентосних екосистем акваторії Карадазького заповідника // Наук. зап. Нац. ун-ту «Кієво-Могилянська академія»: Біологія та екологія. - 2005. - Т. 43. - С. 79-82.
2. Парчевская Д. С, Михаленок Д. К. Мидии как тест-объекты для контроля загрязнения окружающей среды // Летопись природы Карадага 1984 г. - Т. 4.
3. Morales-Hernaudez F, Soto-Jimenez M.F, Paez-Osuna F. Heavy metal in sediments and Lobster (*Panulirus gracilis*) from the discharge area of the submarine sewage outfall in Mazatlan Bay (SE Gulf of California) // Arch. Environ. Contamin. Toxicol. - 2004. - Vol. 46. - P. 485-491.
4. Bebianno M. J., Serafim M. A. Variation of metal and metallothionein concentrations in natural population of *Ruditapes decussates* // Arch. Environ. Contamin. Toxicol. - 2003. - Vol. 44. - P. 53-66.
5. Irito P., Sentovito G, Cassini A. et al Metal accumulation and binding protein induction in *Mitilus galloprovincialis*, *Sapharca inaequivalvis* and *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice // Arch. Environ. Contamin. Toxicol. - 2003. - Vol. 44. - P. 476-484.
6. Liang L.-N., Hu J.-T., Chen D.-Y. et al. Primary investigation of heavy metal contamination status in mollusks collected from Chinese coastal sites // Bull. Environ. Contamin. Toxicol. - 2004. - Vol. 72. - P. 937-944.
7. Storelli M, M., Marcotrigano G. O. Heavy metal monitoring in fish, bivalve mollusks, water and sediments from Varano lagoon, Italy // Bull. Environ. Contamin. Toxicol. - 2001. - Vol. 66. - P. 365-370.
8. Szefer P., Ikuta K., Kushiyama S. et al. Distribution and association of trace metal in soft tissue and byssus of *Mytilus edulis* from the east coast of Kyushu island, Japan // Arch. Environ. Contamin. Toxicol. - 1997. - Vol. 32. - P. 184-190.
9. Бурдин К. С, Гусев М. В., Крушина М. В., Савельев И. Б. Изучение возможности использования макроводоросли *Cystoseira crinita* в качестве организма-монитора загрязнения Черного моря тяжелыми металлами // Вестник МГУ - Сер. 16: Биология. - 1980. - № 3. - С. 3-Ю.
10. Amodio-Cocchieri Я, Amoroso S., Arnese A. et al. Pollution by Mercury, Arsenic, Lead, Chromium, Cadmium and polycyclic hydrocarbons offish and mussels from the Gulf of Naples, Italy // Bull. Environ. Contamin. Toxicol. - 2003. - Vol. 71. - P. 551-560.

S. Isayev, S. Levchenko

DETERMINATION OF HEAVY METALS IN BENTOS ECOSYSTEMS OF KARADAG NATURAL RESERVE WATER AREA

IN BENTOS ECOSYSTEMS OF KARADAG NATURAL RESERVE WATER AREA

*The inaccuracies of Cadmium determination in *Mitilus Galloprovincialis* and *Cistoseria crinita* in water area of Karadag Natural Reserve are revealed. New data are given.*