

УДК: 572.2/577.118

Плодиста Н.І., аспірант, (lovely_3713@mail.ru) ©

Осередчук Р.С., к.с.-г.н., доцент, (orslviv@rambler.ru)

*Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С.З.Гжицького*

ОСНОВНІ ШЛЯХИ ЗАБРУДНЕННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ КАДМІЄМ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ТВАРИН

Стаття містить огляд літератури з проблем забруднення навколишнього середовища сполуками кадмію. Розглянуто, та проаналізовано питання надходження кадмію в оточуюче середовище та його міграцію, що створює наростаючий антропогенний вплив на довкілля та порушує природні механізми самовідновлення екосистеми.

Ключові слова: міграція, екосистеми, важкі метали, кадмій, ґрунт, рослина, тварина

Одна з найбільш актуальних проблем сучасної науки полягає у системному дослідженні природних процесів, прогнозуванні та комплексній оцінці змін у навколишньому середовищі під дією антропогенного навантаження. Індустріалізація без адекватного реагування природного середовища викликала серйозне забруднення повітря, води і ґрунту. Забруднення може бути визначене як небажана зміна фізичних, хімічних чи біологічних характеристик повітря, води, ґрунтів, яка може згубно впливати на здоров'я, виживання і діяльність людини та інших живих об'єктів [9, 11, 16].

Кадмій – елемент II групи періодичної системи елементів. Атомний номер 48. Вперше виявлений у карбонаті цинку в 1817 році. Атомна маса 112,40. Природні ізотопи ^{106}Cd (1,215%), ^{108}Cd (0,875%), ^{110}Cd (12,39%), ^{111}Cd (12,75%), ^{112}Cd (24,07%), радіоактивний ^{113}Cd (12,26%), ^{114}Cd (28,86%), ^{116}Cd (7,58%).

Елемент широко розповсюджений у земній корі, і вважають, що його вміст в земній корі, ґрунті і природних водах коливається від $n \cdot 10^{-5}$ до $n \cdot 10^{-6}\%$, в рослинах – $n \cdot 10^{-6}\%$ маси сухої речовини. Кадмій міститься у багатьох мінералах, і завжди у мінералах цинку. Дуже рідко зустрічається самостійний мінерал – гринокіт (CdS), ще рідше виявляють карбонат кадмію – отавит ($\text{Cd}[\text{CO}_3]$), монотемпоніт CdO і кадмоселіт CdSe [2]. У невулканічному ґрунті середній вміст металу коливається від 0,01 до 1 мг/кг, у вулканічному – досягає до 4,5 мг/кг. Проте, фонові концентрації елемента не перевищують 0,5 мг/кг, більш високий вміст є показником антропогенного впливу. Міграція кадмію в оточуючому середовищі залежить від виду його сполуки і рН середовища.

На територіях (у ґрунтах України), де відсутні джерела забруднення, вміст кадмію знаходиться в межах 0,01-2,5 мг/кг і, в основному, не перевищує 1 мг/кг [3]. В лужних ґрунтах Cd менш рухомий, ніж в кислих (особливо при рН 5).

Великі кількості елемента, внаслідок вивітрювання та ерозії переносяться

ріками у Світовий океан (15000 т), що є основним джерелом надходження металу у глобальний кругообіг. У воді Світового океану середня концентрація розчинних форм Cd становить 0,11 мкг/л, у річкових водах – 0,2 мкг/л, у воді прісних водоймах не піднімається вище 1 мкг/л, а у забруднених районах коливається в межах 1,0-10 мкг/м³ [5]. У промислово-розвинених країнах питна вода містить в середньому 1 мкг/л Cd. Для води водойм гранично допустима концентрація встановлена ВОЗ – 10 мкг/л, а для води рибогосподарств – 5 мкг/л [3, 8].

У незабрудненому атмосферному повітрі згідно даних ВОЗ над океаном середня концентрація кадмію складає 0,0005 мкг/м³, у промислових районах та містах – до 0,3- 0,6 мкг/м³, у сільських місцевостях до 0,05 мкг/м³. Як безпечні рівні для міст без сільськогосподарського використання територій і промислових центрів рекомендуються 0,01 – 0,02 мкг/м³, для сільських районів – 0,01- 0,005 мкг/м³ [2]. Вулканічна діяльність – це основне природне джерело надходження кадмію в атмосферу (10-15%).

Антропогенні джерела надходження елемента в оточуюче середовище можна поділити на дві групи: локальні викиди, які пов'язані з промисловими комплексами, що виробляють чи використовують Cd, і дифузного розсіювання по землі джерелами різної степені потужності, починаючи від теплових енергетичних установок та моторів і закінчуючи мінеральними добривами та сигаретним димом. Діяльність людини не лише створює новий напрямок міграції металів, але й суттєво змінює її форму. Сьогодні метал широко використовується, як гальванічне покриття для надання блиску та корозійної стійкості деталям, як барвники при виробництві пластмас, кераміки, облицювальних матеріалів, як стабілізатор при виробництві поліхлорвінілових пластмас, як пігмент – при фарбуванні транспортних засобів, обробці високоякісних промислових виробів. Кадмії отримують, як побічний продукт при рафінуванні міді, свинцю та цинку, тому людство добуваючи ці метали протягом кількох століть, забруднювало довкілля кадмієм [1].

Внаслідок спалювання 1 кг вугілля в атмосферу надходить 1-2 мг Cd, 1 кг нафти – від 0,07 до 0,5 мг елемента. Щорічно у всьому світі з димовими газами електростанцій та промислових котельень викидається в повітря до 1000 т Cd, при спалюванні міських відходів та деревини – 0,3 тис.т/рік [2].

Найбільші концентрації і особливо сильна фіксація кадмію характерні для верхнього гумусного горизонту [21]. Значна кількість Cd у забрудненому ним ґрунті виявляється на глибині до 2,5 см, а на глибині 10-15 см вміст кадмію в нормі. Вміст кадмію в ґрунті оцінюють наступним чином: до 1,5 мг/кг – слабкий рівень забруднення; 1,5 мг/кг – помірний; концентрація 3 мг/кг ґрунту згубна для рослин [25]. Під впливом важких металів у ґрунті спостерігається порушення діяльності ґрунтової мікрофлори, сповільнення гуміфікації рослинних решток, погіршення структури ґрунту тощо [17]. До 70% Cd, що попав у ґрунт зв'язується з ґрунтовими хімічними комплексами, які доступні для засвоєння рослинами. У зонах техногенного забруднення формуються нові “антропогенні ґрунти” зі зміненими властивостями, що ускладнює або

робить неможливим їх використання для сільськогосподарського виробництва. Це в свою чергу вимагає постійного ведення екологічного моніторингу земель за агрохімічними показниками, забрудненням пестицидами, важкими металами [12, 14, 21, 28].

Вміст кадмію в рослинному покриві коливається в межах 0,03-0,3 мкг/г сухої речовини. В умовах забруднення атмосферного повітря виявлено підвищення концентрації елемента у рослинах на 0,02-0,4 мг/кг, що становить 20-60 % від загального вмісту. Коефіцієнт переходу з ґрунту в рослини становить 0,04 мг/кг [3, 4].

Рослини нагромаджують кадмій з різною інтенсивністю: тютюн містить 202,2; жито – 20,5; яблуко – 33,3 мкг % кадмію. На надходження елемента у рослини впливає ряд факторів, серед яких розчинність сполук елемента, вміст органічних речовин та інших металів у ґрунті, рН ґрунту [24]. Рівень металу у культурах вирощених на одному і тому самому ґрунті із концентрацією елемента 10 мкг/кг відрізнявся більше ніж у 100 разів. При рівних умовах кадмій нагромаджується в мінімальній кількості у злаках та бобових, в максимальній – у салаті, кабачках, шпинаті. Підвищеною здатністю до нагромадження кадмію володіє пшениця, що росте на забруднених землях. Концентрація металу зростає у овочах, коренеплодах, зелена маса акумулює кадмій під час повільного розвитку – весною та восени [10, 18, 20, 25]. У продуктах харчування вміст Cd складає (мг/кг) : м'ясо – 0,02; хліб – 0,01; овочі – 0,02; фрукти, ягоди – 0,005, жито – 0,011; овес – 0,014; рис – 0,017 мг/кг [3]. Гігієнічні нормативи вмісту кадмію в продуктах харчування в Україні є наступними (в мг/кг сирової речовини): м'ясо – 0,05; внутрішні органи великої рогатої худоби та птиці – 0,3; нирки – 1,0; зерно – 0,05; овочі – 0,03; молоко – 0,03; сир – 0,2; сметана – 0,03.

Кадмій надходить в кількості 30 – 60, рідше 100 – 200 мкг/добу, з них 80 % з їжею та 30 % респіраторно [25]. Для організму людини значне джерело надходження елемента є продукти харчування тваринного походження [19].

Причиною утворення локальних техногенних провінцій забруднених важкими металами можуть бути активно діючі промислові підприємства, що зумовлює необхідність проведення постійного моніторингу у ланках харчового ланцюга [22].

В організм тварин кадмій потрапляє в основному трьома шляхами – через корми (аліментарний), повітря (інгаляційний) та поверхню тіла (транскутанний). Аліментарними та інгаляційними шляхами надходження елемента в організм великої рогатої худоби (ВРХ) вважають основними. Токсичність сполук кадмію залежить від їх типу, розчинності, а також від наявності інших біологічно активних речовин. Крім цього, відповідь на дію токсиканта залежить від виду, віку, статі тварини та загального стану організму у цей момент [7, 13, 15].

Коефіцієнт біотрансформації Cd з кормів та води в організм молодняка ВРХ в умовах промислових технологій високий і становить 14,1 % [23]. Інтенсивно засвоюється Cd у тонкому відділі кишечника. Всмоктування металу

з біологічного матеріалу при малих дозах (біля 1 мг/кг) проходить швидко і перевищує 50%.

Кадмій впливає на трансмембранну передачу гормональних сигналів у клітинах [26], пригнічує гормональну функцію організму [23].

Напіввиведення кадмію з організму відбувається повільно, в основному, екскрецією з калом. Для організму людини в цілому та нирок зокрема термін становить 16-30, для легень – 9,4 роки [27].

В м'язах, кістках, волоссі метал нагромаджується у незначних кількостях, у молоці і яйцях не перевищує 0,5 мг/кг органами-мішенями при інтоксикації кадмієм є нирки, кістковий мозок, печінка, трубчаті кістки, сім'яники, селезінка. Причому концентрація металу у печінці тварин нижча, ніж у нирках. Вважають, що розподіл між органами і тканинами залежить від шляху введення елемента. При пероральному надходженні в нирках міститься приблизно у 2 рази більше кадмію, ніж у печінці, а при внутрішньому введенні спостерігалось зворотне співвідношення.

Дія кадмію на організм людей і тварин проявляється хронічними та гострими токсикозами, що супроводжуються порушенням обміну речовин, фізіологічних функцій, зниженням резистентності, продуктивності та відтворної здатності [6].

Отже наведені дані літератури свідчать про біологічну міграцію солей важких металів, що є основною причиною забруднення довкілля, а представлений матеріал розкриває важливі аспекти біологічної міграції солей кадмію в системі забезпечення біогеоценозу.

Література

1. Акинова А.А., Мейрбаев А.К. Содержание кадмия в организме животных и человека в районах размещения предприятий цветной металлургии // Гигиенические вопросы производства цветных металлов в Казахстане. – Алма-Ата. – 1987. – С. 43-47.
2. Алексеенко В.А., Алещукин Л.В., Безпалько Л.Е. Цинк и кадмий в окружающей среде // Рос. акад. наук, Науч. совет по пробл. биосферы. – М.: Наука, 1992. – 197 с.
3. Алімасова А.С., Сафронов А.І., Сюмка А.А. Накопичення кадмію і морфо-анатомічні ознаки рослин як індикатор забруднення середовища // Питання біоіндикації та екології. – 1998. – Вип. 3. – С. 34-40.
4. Бортник Л.Н. Вплив антропогенного навантаження на вміст важких металів у системі ґрунт – рослина // Вісник аграрної науки. – № 10. – 1999. – С. 34-37.
5. Буцяк В.І. Дослідження комбінативного впливу важких металів на процеси трансформації іонів кадмію // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького. – Львів, – 2002. – Т. 3. (№ 2). – С. 3-5.
6. Гуфрій Д.Ф., Канюка О.І., Гунчак В.М., та ін. Шляхи надходження, форми міграції та екологічна роль кадмію і кобальту у водних екосистемах. Сільський господар. 2005. – №1-2. – С.27-28.

7. Засекін Д.А. Развитие патологического процесса у тварин за умов отруєння їх організму солями важких металів // Науковий вісник НАУ.– 2001.– Вип. 42. – С. 90-95.
8. Запольський А.К. Водопостачання водовідведення та якість води. Підручник. – К.: Вища шк., 2005. – 671с.
9. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль. Посібник.-К.:КНТ, Декор, Основа, 2007. – 412с.
10. Иванова Т.Н., Павловская А.А., Кузьмин В.М. Содержание токсических элементов в некоторых видах растительного сырья // Рациональное питание.– 1994.– №5.– С. 12-17.
11. Ігнат Р.М. За п'ять хвилин до катастрофи. – 1999. – Експрес. – 6-14 лютого 1999 р.
12. Козьянова Н.О., Макаренко Н.А., Кавецький В.М. Ферментативна активність ґрунту, екотехнологічний критерій небезпечності важких металів. // Вісник ДААУ.– 2000.– № 2.– С. 286-292.
13. Кравців Р.Й., Васерук Н.Я. Вплив кадмію і біологічно активних речовин а продуктивність тварин, та забійні показники туш // Сільський господар. – 2002. –№5-6. –22-24.
14. Леськів Г.З., Стаднічук О.М., Більо Н.В. Агропромисловий комплекс та його екологічні проблеми. // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького, 2010. – Том 12,№1(43). –С.351-353.
15. Параняк Р.П., Васильцева Л.П., Макух Х.І. Шляхи надходження важких металів в довкілля та їх вплив на живі організми.//Біологія тварин .- 2007.Т9.,№1-2.– С.83-89.
16. Параняк Р.П., Черевко М.В., Павлів Л.П. та ін. Екологія тварин // Навчально-методичний посібник. Львів 2009. –152с.
17. Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993 р. № 785 // Екологія і закон: Екологічне законодавство України: у 2 кн. / Відповід. ред. д-р юрид. наук, проф., засл. юрист України, акад. УЕАН В.І. Андрейцев.– К.: Юрінкомінтер, 1997.– кн.1.– С. 151-159.
18. Пономарьов П.Х., Сирохман І.В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини. Навч. Посібник. – К.: Лібра, 1999. – 272 с.
19. Розпутній О.І. Трансформація важких металів у біотехнологічних системах з виробництва яловичини і свинини // Авт. дис. д. с.-г. наук. - Біла Церква. – 1999. – 34 с.
20. Самохвалова В.Л., Мірошніченко М.М., Фатєєв А.І. Порогові рівні токсичності важких металів для сільськогосподарських культур // Вісник аграрної науки.– 2001.– № 11.– С. 61-65.
21. Тарасюк О.О., Безкопильний І.Н., Шишка Г.В. та ін. Гігієнічна оцінка впливу деяких металів на загальносанітарний стан ґрунту // Охорона здоров'я та довкілля.– Львів.– 1996.– С. 60.
22. Тиво П.Ф., Быцко М.Т. Тяжёлые металлы и экология.– Минск.:

Юникол, 1996.– 192 с.

23. Хенниг А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1976. – 500 с.

24. Эколого-геохимические исследования в районах техногенного воздействия. Сб. науч. статей / Под ред. Буренкова Э.К., Челищева Н.Ф. – М.: ИМГРЭ, 1990. – 162 с.

25. Distribution of heavy metals and their ultrahistochemical determination in the organs of calves. //Acta–Veterinaria–Vmo.– 1998.– 67.– № 1.– P. 51-58.

26. Nam D.H., Lee D.P. Monitoring for Pd and Cd pollution using feral pigeons in rural, urban, and industrial environments of Korea // Sci. Total Environ.-2006.-15.-357 (1-3). –P.288-295.

27. Phillips C.J., Chiy P.C., Omed H.M. The effects of cadmium in feed, and its amelioration with zinc, on element balances in sheep // J. Anim. Sci.-2004–82(8). – P.2489-2502.

28. Waalkes M.P. Cadmium carcinogenesis in review // J. Inorg. Biochem.-2000.-79. – P. 241-244.

Summary

Plodista N.I., Osередchuk R.S.

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z.Gzhytskyi

Major ways of pollution of agroecosystems with cadmium and its influence on the animal bodies. The article gives information concerning the problems of the environmental pollution with the cadmium compounds. There were studied and analyzed questions of getting cadmium into the environment and its migration, which adds greatly to the large antropogenic influence on the environment and disturbs natural mechanisms of the ecosystem renewal.

Key words: *migration, ecosystems, heavy metals, cadmium, soil, plant, animal.*

Стаття надійшла до редакції 1.09.2010