

Онул Н.М.

**ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВМІСТУ ЦИНКУ В СИСТЕМІ
«ГРУНТ – АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ – ВОДА – ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ»
В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ**

ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»

м. Дніпропетровськ, кафедра загальної гігієни, e-mail: sangreena_@ukr.net

Резюме. Провідною проблемою світового масштабу на сьогоднішній день є поступове виснаження природних ресурсів, в тому числі біоелементів, при одночасному зростанні концентрацій ксенобіотиків в усіх об'єктах довкілля. Серед найбільш розповсюджених мікроелементозів цинкдефіцитні стани є провідними, їх поширеність серед населення світу сягає 4,5 млрд. Тому метою даної роботи є визначення регіональних особливостей вмісту цинку в життєзабезпечуючих та депонуючих об'єктах навколишнього середовища промислового регіону. Для досягнення мети проведено дослідження концентрації цинку у ґрунтах, атмосферному повітрі, воді поверхневих вододжерел централізованого водопостачання, водопровідній воді, харчових продуктах та сировині адміністративних районів, окремих промислових та непромислових міст Дніпропетровської області методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії та інверсійної вольтамперометрії. Встановлено, що не зважаючи на достатній рівень цинку у ґрунтах сучасних міських урболандшафтів, концентрації даного мікроелементу в життєзабезпечуючих середовищах в умовах промислового регіону не лише значно нижчі їх ГДК, але й характеризуються значним дефіцитом порівняно з біологічними рівнями – в межах 10,4-84,5%. Така ситуація обумовлює формування цинкдефіцитних станів у населення промислових територій та може стати фактором ризику погіршення його здоров'я.

Вступ. Однією із найбільш актуальних проблем сучасності є антропогенний вплив на навколишнє середовище з формуванням якісно нових біогеохімічних провінцій у промислових регіонах внаслідок комплексного

забруднення довкілля за схемою: джерела забруднення - об'єкти депонування - життєзабезпечуючі середовища - організм людини [2, 7]. Серед усіх хімічних забрудників довкілля за масштабами свого поширення та біологічними ефектами впливу на живі організми особливе місце займають важкі метали [5, 9]. При цьому все частіше спостерігаються діаметрально протилежні закономірності зміни їх концентрацій у міграційних ланцюгах – при надмірному накопиченні металів абіогенного ряду, відзначається дефіцит есенціальних сполук, зокрема цинку [4, 5]. Серед найбільш розповсюджених мікроелементозів цинкдефіцитні стани є провідними, їх поширеність серед населення світу складає до 4,5 млрд. [8]. На Україні дефіцит даного мікроелементу сягає 42,4-50,8% населення різних статевих-вікових груп [2].

Вивчення регіональних особливостей вмісту есенціальних металів, зокрема цинку, в об'єктах довкілля, є важливою складовою еколого-гігієнічного моніторингу, основою для своєчасного прогнозування ризику розвитку мікроелементозів у населення, розробки та проведення комплексу технологічних, фізико-хімічних і біологічних заходів щодо зниження інтенсивності процесів денатурації довкілля та покращення здоров'я населення.

Для Дніпропетровського регіону – одного з провідних індустріальних центрів України, дана проблема набуває особливого значення, оскільки підвищене техногенне навантаження екосистем призводить до погіршення здоров'я його мешканців та негативної демографічної ситуації в цілому [3].

Метою дослідження є визначення регіональних особливостей вмісту цинку в життєзабезпечуючих та депонуючих об'єктах навколишнього середовища промислового регіону.

Матеріали та методи. Для проведення комплексної оцінки вмісту цинку в довкіллі Дніпропетровського регіону обрано наступні депонуючі та життєзабезпечуючі середовища: ґрунт, атмосферне повітря, вода річок, водопровідна вода, харчові продукти та сировина більшості адміністративних районів, ряду промислових та непромислових міст Дніпропетровської області. При цьому використовувались дані систематичного санітарного контролю,

виконаного санітарно-епідеміологічною службою Дніпропетровської області та результати власних досліджень за 5-річний період спостереження. Визначення просторово-часових та кількісно-якісних особливостей концентрації цинку у різних об'єктах довкілля проведено на основі узагальнення отриманих даних та їх аналізу відповідно до гігієнічно допустимих концентрацій (ГДК), фонових рівнів, біологічних рівнів та даних літератури з аналогічної проблематики, оскільки за сучасних умов порівняння результатів лише з ГДК не дозволяє виявити частку антропогенного впливу на вміст металів у ґрунтах індустріальних регіонів [6].

Визначення концентрації цинку в усіх об'єктах виконувалось згідно з комплексною програмою по контролю вмісту важких металів. Контролю підлягали ґрунти різних антропогенних ландшафтів за середньорічними концентраціями металу, а також розрахованими нами коефіцієнтами концентрації хімічної сполуки (Кс) у ґрунті, який визначається відношенням його реального вмісту у ґрунті до фонові концентрації: $K_c = C / C_{\text{ф}}$, де С - концентрація цинку в ґрунті; С_ф - фонові концентрація цинку, мг/кг ґрунту. Крім того, проводили аналіз вмісту цинку у атмосферному повітрі сельбищної зони промислових міст області, поверхневих вод – джерел централізованого водопостачання (р. Дніпро та її притоки), води питної водопровідної, основних груп харчових продуктів місцевого походження за середньодобовими і максимально-разовими концентраціями металу. Усі проби відбирали у відповідності з існуючими гігієнічними вимогами та досліджували з використанням традиційних найбільш чутливих методів визначення низьких концентрацій важких металів – атомно-абсорбційної спектрофотометрії та інверсійної вольтамперометрії. Усього проведено 7 734 дослідження.

Усі отримані в роботі цифрові дані обробляли комп'ютерними ліцензійними програмами Microsoft Excel, Statistica 10. Достовірність відмінностей визначали за t-ритерієм Стьюдента [1].

Результати та їх обговорення. Вміст цинку у досліджених ґрунтах різних антропогенних ландшафтів, за середніми значеннями, складає $26,45 \pm 2,50$ мг/кг

при коливаннях концентрацій від $23,14 \pm 4,75$ мг/кг у садово-парковій зоні до $49,00 \pm 8,78$ мг/кг - в автотранспортній зоні, що відповідає 1,01-1,29 ГДК і, згідно гігієнічним критеріям оцінки рівнів забруднення ґрунту сучасних міських урболандшафтів [6], відносить їх до «помірно небезпечних». Найвищий вміст металу характерний для автотранспортної зони, що у 2,1 разу перевищує показники ґрунтів сельбищної та промислової зон і відносить дану зону до «небезпечної». При цьому перевищення вмісту цинку у ґрунтах антропогенних ландшафтів м. Дніпропетровська спостерігається у 17,2% проб. На наш погляд, отримані результати пов'язані з нерівномірністю просторового розповсюдження цинку, як і інших металів, на території промислового міста внаслідок планувальних недоліків і недосконалості санітарно-захисних зон промислових підприємств та, особливо, активізації викидів автотранспорту.

Розрахований нами коефіцієнт концентрації цинку (K_{Zn}) в усіх зонах виявився нижчим за 1 за винятком автотранспортної зони, де він становив 1,63 ум. од., що характеризує ступінь забруднення ґрунту як «допустимий». При цьому коливання концентрацій металу знаходяться в межах природних величин і, ймовірно, зумовлені особливостями мінералогічного та гранулометричного складу ґрунтоутворюючої породи, що визначає процеси його акумуляції і перерозподілу у ґрунті.

В приземному шарі атмосфери сельбищної зони м. Дніпропетровська середньодобова концентрація цинку за досліджуваний період складає, в середньому, $0,073 \pm 0,013$ мг/л, що у сотні разів нижче по відношенню до граничного рівня, хоча у 3,2 разу ($p < 0,001$) перевищує фонові значення для незабруднених територій [9]. Не зважаючи на певні коливання концентрацій, нами не виявлено достовірної річної та сезонної динаміки вмісту цинку у повітряному басейні промислового міста.

У воді р. Дніпро та її приток – р. Самара, р. Оріль цинк визначається постійно у концентраціях, що за середніми значеннями 5-річного періоду становлять $0,025 \pm 0,002$ мг/дм³, тобто у 40 разів нижче відповідних гігієнічних стандартів, хоча в 2,5 рази вище максимальних концентрацій у поверхневих

водах незабруднених територій та на 25% перевищують вміст розчинних форм металу в річкових водах [3, 7]. На відмінну від атмосферного повітря, для річкової води характерно поступове зниження концентрації цинку протягом часу спостереження у 2,7 разів ($p < 0,05$) із $0,043 \pm 0,005$ мг/дм³ до $0,016 \pm 0,002$ мг/дм³, а також виражені сезонні зміни - найбільший вміст металу виявлено навесні – $0,046 \pm 0,0086$ мг/дм³ ($p < 0,001$).

Вміст цинку у водопровідній воді, в середньому, складає $0,023 \pm 0,002$ мг/дм³, що у 43 рази нижче відповідних ГДК. Концентрація металу у питній воді, аналогічно динаміці річкової води, також поступово знизилась у 2,2 разу ($p < 0,001$), що, ймовірно, пов'язано як і з природними процесами у воді вододжерел, так і з розпочатою заміною металевих трубопроводів на пластикові. Сезонні коливання концентрацій металу у питній воді відсутні.

Результати досліджень вмісту металу у місцевих продуктах та харчовій сировині адміністративних районів Дніпропетровської області наведені у таблиці 1, аналіз яких свідчить, що цинк, як мікроелемент, визначається у харчових продуктах і сировині у концентрації 0,77-8,91 мг/кг, що становить 0,04-0,76 ГДК, в середньому – 0,22 ГДК і на 26,7% нижче результатів досліджень інших авторів [7]. Найбільший вміст цинку виявлено у продуктах харчування тваринного походження: рибі та рибних продуктах – $8,91 \pm 1,11$ мг/кг, м'ясі – $7,46 \pm 0,86$ мг/кг, що в 1,4-10,1 разу нижче даних інших промислових територій [4, 5]. Рослинні продукти містять від 2,77 до 4,48 мг/кг цинку, що складає 0,08-0,28 ГДК і у 1,8 разу нижче даних літератури [7].

При цьому виявлено досить небезпечну ситуацію – вміст цинку у продуктах харчування тваринного походження (за винятком молочних продуктів) на 40,6-84,5%, рослинних – на 10,4-23% менше нижньої межі їх біологічного значення [3]. Крім того, слід згадати, що при термічній обробці у рослинних продуктах кількість цинку зменшується на 30-70%. Така ситуація, ймовірно, може стати причиною формування у населення цинкдефіцитних станів та їх прогресування при вживанні місцевих продуктів харчування.

**Вміст цинку у основних групах харчових продуктів
Дніпропетровської області**

Групи харчових продуктів	Вміст, мг/кг (M±m)	Допустимий рівень, мг/кг	Групи харчових продуктів	Вміст, мг/кг (M±m)	Допустимий рівень, мг/кг
Хлібобулочні та круп'яні вироби	4,48±0,88	50	Овочі, фрукти та ягоди	2,77±0,28	10,0
Молоко та молочні продукти	3,8±0,99	5	Цукор та кондитерські вироби	4,16±0,68	50
М'ясо і м'ясні продукти	7,46±0,86	70,0	Жирові продукти	0,77±0,13	5,0
Риба, рибні та інші продукти моря	8,91±0,96	40,0	Яйця та яєчні продукти	2,32±0,06	50,0

В динаміці часу спостерігаються відмінності вмісту цинку у продуктах харчування різного походження. Так, для рослинних продуктів характерно поступове зростання концентрації металу, а у тваринних, навпаки, спостерігається зменшення вмісту цинку - у 1,4-2,3 разу (виняток – молочні продукти). На нашу думку, така динаміка вмісту цинку у рослинних продуктах може бути пов'язана із збільшенням його надходження із ґрунтів, в той час як в організмі тварин включаються більш складні механізми транслокації металу, що, поряд з явищами антагонізму із ксенобіотиками та активною їх кумуляцією в живих організмах, обумовлює зниження вмісту біотика в тваринних продуктах. Крім того, підвищена екскреція цинку з молоком, як еволюційне пристосування для забезпечення потомства необхідною кількістю даного мікроелемента для нормального його росту і розвитку, ще більше посилює дефіцит металу в організмі тварин жіночої статі.

Висновки

1. Концентрація цинку у досліджених ґрунтах різних антропогенних ландшафтів Дніпропетровського регіону, за середніми значеннями, складає

26,45±2,50 мг/кг, що дещо перевищує допустимий рівень та за критеріям оцінки рівнів забруднення ґрунту сучасних міських урболандшафтів, характеризує їх як «помірно небезпечні». При цьому найбільш забрудненою є автотранспортна зона промислових міст.

2. Атмосферне повітря, вода джерел централізованого господарсько-питного водопостачання та водопровідна вода Дніпропетровської області характеризується низьким вмістом цинку, що більш ніж у 40 разів нижче гранично допустимих рівнів і в динаміці часу характеризується поступовим його зниженням за винятком атмосферного повітря. При цьому для річкової води виявлена сезонна динаміка вмісту металу при відсутності аналогічних змін в повітрі та ґрунті.

3. В харчових продуктах Дніпропетровської області цинк визначається у концентраціях, середні значення яких складають 0,22 ГДК. Найбільший його вміст характерний для продуктів тваринного походження, найменший – у рослинних продуктах. При цьому в усіх групах харчових продуктів, за винятком молочних, відзначається дефіцит даного мікроелемента порівняно з його біологічним рівнем на 10,4-84,5%.

4. Результати гігієнічного моніторингу вмісту цинку у екосистемі «ґрунт-атмосферне повітря-природна вода-питна вода-продукти харчування» свідчать про суттєво знижений вміст даного мікроелемента у життєзабезпечуючих середовищах порівняно з депонуючими, що обумовлює низький рівень його комплексного надходження до організму людини та у сукупності із підвищеним антропогенним навантаженням ксенобіотиками-антагоністами потенціє ризик для здоров'я населення.

Перспектива подальших наукових досліджень: визначення особливостей добового забезпечення цинком населення різних статево-вікових груп для розробки комплексу профілактичних заходів з корекції мікроелементного статусу та покращення здоров'я мешканців промислово розвинених територій.

Список літератури

1. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / М.Ю.Антомонов. - К.: Ф-ма малого друку, 2006.- 558 с.
2. Білецька Е.М. Селен у довкіллі: еколого-гігієнічні аспекти проблеми / Е.М.Білецька, Н.М.Онул. – Дніпропетровськ: Акцент, 2013. – 292 с.
3. Зміна чисельності населення обласних центрів, Києва і Севастополя (1989-2014 рр.).- [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/OblastCenterChangeUa1989-2011.png>
4. Экологическая оценка содержания цинка в экосистеме (почва, вода, продукты питания) на территории Оренбургской области / [Сальникова Е.В., Бурцева Т.И., Кудрявцева Е.А., Кустова А.С.] // Вестник ОГУ. – 2012. - №6. – С. 184-187.
5. Индивидуальная биокоррекция экологозависимых состояний у критических групп населения / [Белецкая Э.Н., Онул Н.М., Главацкая В.И. и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. - №2. – С. 34-37.
6. Павличенко А.В. Токсикологічні аспекти накопичення та розподілу важких металів у ґрунтах промислових агломерацій / А.В. Павличенко, Г.А. Кроїк // Науковий вісник НГУ. – 2009. - №11. – С. 79-82.
7. Региональные особенности межсредового перехода микроэлементов в системе «среда обитания-человек» / [Боев В.М., Верещагин Н.Н., Боев М.В., Фролова Е.Г.] // Биоэлементы: II междунар. науч.-практ. конф. – Оренбург, 2007. – С. 289-293.
8. Скальный А.В. Глобальный мониторинг и целенаправленная регуляция обмена биоэлементов в биосфере / А.В.Скальный // Микроэлементы в медицине, ветеринарии, питании: перспективы сотрудничества и развития: Международная научно-практическая конференция. - Одесса, 2014.- С. 232-233.
9. Biletska E.M. Contamination of industrial city atmospheric air as an actual ecological and hygienic problem / Biletska E.M., Onul N.M., Antonova O.V. // Nauka i studia. – 2014. - N 8 (118). – P. 35-42.

Резюме.

Онул Н.М.

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЦИНКА В СИСТЕМЕ "ПОЧВА - АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ - ВОДА - ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ" В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА

ГУ "Днепропетровская медицинская академия МОЗ Украины",

г. Днепропетровск, кафедра общей гигиены, e-mail: sangreena_@ukr.net

Ведущей проблемой мирового масштаба на сегодняшний день является постепенное истощение природных ресурсов, в том числе биоэлементов, при одновременном росте концентраций ксенобиотиков во всех объектах окружающей среды. При этом цинкдефицитные состояния относятся к наиболее распространенным микроэлементам среди населения мира – до 4,5 млрд. Потому целью данной работы является определение региональных особенностей содержания цинка в различных объектах окружающей среды промышленного региона. Для достижения цели проведено исследование концентрации цинка в почвах, атмосферном воздухе, воде поверхностных водоисточников централизованного водоснабжения, водопроводной воде, пищевых продуктах и сырье административных районов, отдельных промышленных и непромышленных городов Днепропетровской области методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии и инверсионной вольтамперометрии. Установлено, что не смотря на достаточный уровень цинка в почвах современных городских урболандшафтов, концентрации данного микроэлемента в жизнеобеспечивающих средах в условиях промышленного региона не только значительно ниже их ПДК, но и характеризуются выраженным дефицитом по сравнению с биологическими уровнями - в пределах 10,4-84,5%. Такая ситуация обуславливает формирование цинкдефицитных состояний у населения промышленных территорий и может стать фактором риска ухудшения его здоровья.

Summary.

Onul N.M.

ECOLOGICAL AND HYGIENIC ESTIMATION OF ZINC MAINTENANCE IN SYSTEM "SOIL - ATMOSPHERIC AIR - WATER - FOOD PRODUCTS" IN CONDITIONS OF INDUSTRIAL REGION

SI "Dnepropetrovsk medical academy of Health Ministry of Ukraine",

Dnipropetrovsk, Department of general hygiene, e-mail: sangreena_@ukr.net

The leading world problem nowadays is gradual exhaustion of natural resources, including bioelements at the simultaneous increasing of xenobiotic concentrations in all objects of environment. Among most widespread microelementosis, zinc deficiency states prevalence of that among the world population and arrives at 4,5 milliards of persons. That is why an aim hired is determination of regional features of zinc maintenance in different environmental objects of industrial region. For estimation of zinc concentration in different environmental objects soil, atmospheric air, water of superficial water sources, tapwater, food products of administrative districts, separate industrial and non-industrial cities of the Dnepropetrovsk region are taken. Methods of atomic-absorption spectrophotometry and inverse voltamperometry are using. It is revealed that notwithstanding on the sufficient zinc level in modern cities soils, concentrations of this microelement in life-support environments in the conditions of industrial region not only considerably below than their MLC but also characterized by a considerable deficit as compared to biological levels - within the limits of 10,4-84,5%. Such situation stipulates forming of the zinc deficiency states among the inhabitants of industrial territories and can be a risk-factor of population health worsening.

Автор: Онул Наталія Михайлівна

Доцент кафедри загальної гігієни ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», к.мед.н.

Домашня адреса: Дніпропетровська область, с. Горького, вул. Кавказька, 14.

Тел.: роб. (052)713-53-27; моб. 099-029-78-56. E-mail: sangreena_@ukr.net