

in the planning and building of settlements. Providing the hygienic support for cities general plans will improve the regulation of urban development in Ukraine.

**Key words:** general plans, hygienic assessment, expertise, urban development base methodology.

**Відомості про автора:**

**Махнюк Валентина Михайлівна** – кандидат медичних наук, старший науковий співробітник, зав. лабораторії гігієни планування населених місць ДУ «ІГМЕ ім.О.М. Марзєєва НАМНУ». Адреса: м. Київ, вул. Попудренка, 50, тел.: (044) 559-34-63.

УДК 504:711.454:546.47

© Н.М.ОНУЛ, 2015

*Н.М.Онул*

## 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

**Вступ.** Провідною проблемою світового масштабу на сьогоднішній день є поступове виснаження природних ресурсів, в тому числі біоелементів, при одночасному зростанні концентрації ксенобіотиків в усіх об'єктах довкілля. Серед найбільш розповсюджених мікроелементозів цинкдефіцитні стани є провідними, їх поширеність серед населення світу сягає 4,5 млрд.

**Мета.** Визначення регіональних особливостей вмісту цинку в життєзабезпечуючих та депонуючих об'єктах навколишнього середовища промислового регіону.

**Методи.** 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 спектроскопометрії та інверсійної вольтамперометрії.

**Результати.** 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.

**Ключові слова:** промисловий регіон, вміст цинку, еколого-гігієнічна оцінка.

**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 статевовікових 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].

**Мета.** 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 ( $K_c$ ) у ґрунті, який визначається відношенням його реального вмісту у ґрунті до фонові концентрації:  $K_c = C/C_f$ , де  $C$  - концентрація цинку в ґрунті;  $C_f$  - 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 сільбищної 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 (KZn) 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 ґрунотвірної породи, що визначає процеси його акумуляції і перерозподілу у ґрунті. В приземному шарі атмосфери сільбищної 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/дм<sup>3</sup>, 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/дм<sup>3</sup> до  $0,016 \pm 0,002$  мг/дм<sup>3</sup>, а також виражені сезонні зміни - найбільший вміст металу виявлено навесні –  $0,046 \pm 0,0086$  мг/дм<sup>3</sup> ( $p < 0,001$ ). Вміст цинку у водопровідній воді, в середньому, складає  $0,023 \pm 0,002$  мг/дм<sup>3</sup>, 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: риби та рибних продуктах –  $8,91 \pm 1,11$  мг/кг, м'яси –  $7,46 \pm 0,86$  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.

Таблиця

**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	$4,48 \pm 0,88$	50	Овочі, фрукти та ягоди	$2,77 \pm 0,28$	10,0
Молоко та молочні продукти	$3,8 \pm 0,99$	5	Цукор та кондитерські вироби	$4,16 \pm 0,68$	50
М'ясо і м'ясні продукти	$7,46 \pm 0,86$	70,0	Жирові продукти	$0,77 \pm 0,13$	5,0
Риба, рибні та інші продукти моря	$8,91 \pm 0,96$	40,0	Яйця та яєчні продукти	$2,32 \pm 0,06$	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.** Концентрація цинку у досліджених ґрунтах різних антропогенних ландшафтів Дніпропетровського регіону, за середніми значеннями, складає  $26,45 \pm 2,50$  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. 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. 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%. 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 потенціює ризик для здоров'я населення. **Перспектива подальших наукових досліджень:** визначення особливостей добового забезпечення цинком населення різних статеві-вікових груп для розробки комплексу профілактичних заходів з корекції мікроелементного статусу та покращення здоров'я мешканців промислово розвинених територій.

### Література

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 доквіллі: 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., Кудряцева 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.] // Биозлементы: II междунар. науч.-практ. конф. – Оренбург, 2007. – С. 289-293.

8. Скальный А.В. Глобальный мониторинг и целенаправленная регуляция обмена биозлементов 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.

*Н.М.Онул*

### **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**

**Вступление.** Ведущей проблемой мирового масштаба на сегодняшний день является постепенное истощение природных ресурсов, в том числе биозлементов, 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.

**Цель.** 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.

**Результаты.** 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.

**Ключевые слова:** промышленный регион, содержание цинка, эколого-гигиеническая оценка.

## Ecological and hygienic assessment of zinc maintenance in the system "soil – atmospheric air – water – food products" in conditions of industrial region

SE "Dnipropetrovsk Medical Academy of Health Ministry of Ukraine",  
Dnipropetrovsk city

**Introduction.** The leading world problem of today is a gradual exhaustion of natural resources, including bioelements at the simultaneous increasing of xenobiotic concentrations in all objects of environment. At the same time zinc-deficient states are the most common microelementosis among the world's population up to 4.5 billion.

**Aim.** Therefore, the aim of this study is to determine regional features of zinc maintenance in different environmental objects of industrial region. For estimation of zinc concentration in soil, atmospheric air, water of superficial water sources of central water supply, tap water, food products and commodities of administrative districts, separate industrial and non-industrial cities of Dnipropetrovsk region were taken.

**Results.** Methods of atomic-absorption spectrophotometry and inverse voltammetry were used. It is established that in spite of a sufficient level of zinc in the soil of modern urban landscapes the concentrations of given microelements in the life-supporting environments in industrial region are not only much lower than the TLV, but are characterized by expressed deficient in comparison with the biological level within 10.4–84.5%. This situation leads to the formation of zinc deficiency states in the population of industrial areas and can become a risk factor for the deterioration of its health.

**Key words:** industrial region, zinc maintenance, ecological and hygienic assessment.

### *Відомості про автора:*

*Онул Наталія Михайлівна* - к.мед.н., доцент кафедри загальної гігієни ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», тел.: (052)713-53-27.

УДК: 613:502(477.51)

© Н.П. ПОНОМАРЕНКО, М.М. КОРШУН, 2015

*Н.П. Пономаренко<sup>1,2</sup>, М.М. Коршун<sup>2</sup>*

## ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В РАЙОНАХ ЧЕРНІГІВЩИНИ

<sup>1</sup> Головне управління Держсанепідслужби у Чернігівській області,

<sup>2</sup> Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

**Вступ.** Багаточисленні дослідження свідчать, що забруднення довкілля призводить до погіршення показників здоров'я населення.

**Мета.** Вивчити та оцінити рівень забруднення навколишнього середовища в районах Чернігівської області.

**Матеріали і методи.** Проведена оцінка стану довкілля на основі сумарного індексу забруднення (I, у.о.) для кожного району. Даний показник розрахований на підставі якості об'єктів навколишнього середовища, що характеризувалася частотою проб, які не відповідали санітарно-гігієнічним нормативам за хімічними, мікробіологічними, радіологічними показниками.

**Результати.** За рівнями індексу сумарного забруднення районні адміністративні території розподілено на 3 групи: дуже забруднені ( $I > 1,163 (M+0,5\delta)$ ); забруднені