

функцію жінок: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д. мед. н.: спец. 14.02.01 "Гігієна" / Е.М. Білецька. — Дніпропетровськ, 1998. — 30 с.

29. Стусь В.П. Особливості впливу шкідливих чинників інтенсивного промислового регіону на сечостатеву систему / В.П. Стусь. — Дніпропетровськ: Пороги, 2009. — 327 с.

30. Hemingway R.G. The influences of dietary intakes and supplementation with selenium and vitamin E on reproduction diseases and reproductive efficiency in cattle and sheep / R.G. Hemingway // Vet. Res. Commun. — 2003. — Vol. 27, № 2. — P. 159-174.

31. Kaur P. Effect of selenium-induced oxidative stress on the oxidation reduction system and reproductive ability of male mice / P. Kaur, M.P. Bansal // Biol. Trace Elem. Res. — 2004. — Vol. 97, № 1. — P. 83-93.

32. Люлько А.А. Влияние ионизирующего излучения на половую функцию и сперматогенез / А.А. Люлько, В.П. Стусь. — Днепропетровск: Пороги, 1995. — 257 с.

33. Москалев Ю.И. Отдаленные последствия ионизирующего излучения / Ю.И. Москалев. — М.: ВИНТИ, 1991. — 463 с.

34. Мамина В.П. О механизмах действия малых доз ионизирующей радиации на сперматогенный эпителий / В.П. Мамина // Проблемы репродукции. — 2003. — № 2. — С. 22-24.

35. Jannes P., Spiessens C., Vanderauwera I. // Hum. Reprod. — 1997. — Vol. 12. — P. 115.

36. Устинкина Т.И. // Эндокринная система организма и вредные факторы внешней среды: сб. науч.-практ. конф. — Л., 1983. — С. 14.

37. Tas S. Occupational hazards for the male reproductive system / S. Tas, R. Lauwerys, O. Lison // Crit. Rev. Toxicol. — 1996. — Vol. 26. — P. 261-307.

38. Secular and seasonal changes in semen quality among young Danish men: a statistical analysis of semen samples from 1927 donor candidates during 1977-1995 / J. Gyllenborg, N.E. Skakkebaek, N.C. Nielsen. et al. // Int. J. Androl. — 1999. — Vol. 22. — P. 28-36.

39. Косарева О.В. Выявление нарушений репродуктивной функции у мужчин с вибрационной болезнью / О.В. Косарева, А.Ю. Козляткин // Известия Самарского центра Российской академии наук. — 2009. — Т. 11, № 1 (6). — С. 1224-1226.

40. Чацкий Г.Я. Эндокринная система организма и вредные факторы внешней среды: сб. науч.-практ. конф. — Л., 1991. — С. 192.

Надійшла до редакції 17.05.2011.

FEATURES OF TECHNOGENIC CADMIUM AND LEAD POLLUTION OF SOILS IN THE ANTHROPOGENIC LANDSCAPES

Shevchenko A.A., Derkachov E.A., Grigorenko L.V., Dziak N.V.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ АНТРОПОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ КАДМІЄМ І СВИНЦЕМ



**ШЕВЧЕНКО О.А.,
ДЕРКАЧОВ Е.А.,
ГРИГОРЕНКО Л.В.,
ДЗЯК М.В.**

Дніпропетровська державна
медична академія

УДК 614.774:661.852

З огляду на структуру сучасної ноосфери Землі кожний з її найбільших підрозділів представлений природними та антропогенними ландшафтними комплексами. У статті розглядається антропогенний ландшафт, тобто такий, в якому на всій або на більшій площі під впливом людини докорінній зміні піддався бодай один з її компонентів. Класифікація антропогенних ландшафтів за Мільковим здається нам найбільш досконалою, оскільки головним її критерієм є тип землекористування. Отже, вирізняють такі класи антропогенного ландшафту: сільськогосподарський, промисловий, лісовий антропогенний, водний антропогенний, рекреаційний, сельбищний тощо [1].

Наші дослідження проводились в умовах антропогенних ландшафтів міста Кривий Ріг та прилеглих сільськогосподарських угідь, оскільки Криво-

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ КАДМИЕМ И СВИНЦОМ

Шевченко А.А., Деркачов Э.А., Григоренко Л.В., Дзяк Н.В.

В статье описываются региональные особенности техногенного загрязнения почв города Кривой Рог тяжелыми металлами (кадмием и свинцом) на территории жилой застройки, в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий, рекреационной и сельскохозяйственной зонах. Содержание валовых форм тяжелых металлов в почвах зон наблюдения сравнивали с фоновыми уровнями этих металлов, которые были определены в контрольных "чистых" почвах Пятихатского района.

FEATURES OF TECHNOGENIC CADMIUM AND LEAD POLLUTION OF SOILS IN THE ANTHROPOGENIC LANDSCAPES

Shevchenko A.A., Derkachov E.A., Grigorenko L.V., Dziak N.V.

Regional features of soil technogenic pollution with the heavy metals: cadmium and lead on the territory of the residential building, in sanitary-and-protective zones of the industrial enterprises, recreational and agricultural zones in the city of Krivoi Rog are described in the article. Content of the total forms of the heavy metals in soils of supervision was compared with the background levels of those metals defined in the control "pure" soils in the Piatikhatsky region.

© **Шевченко О.А., Деркачов Е.А., Григоренко Л.В.,
Дзяк М.В. СТАТТЯ, 2011.**

різький залізорудний басейн нині характеризується як регіон, що зазнає значного техногенного навантаження [2].

Метою дослідження було визначення регіональних особливостей забруднення ґрунтів кадмієм і свинцем різних антропогенних ландшафтів у зонах інтенсивного техногенного навантаження.

Матеріали і методи дослідження. З метою оцінки поширення досліджуваних важких металів (ВМ) у ґрунтах міста було виділено такі зони спостереження: житлової забудови (сельбищний ландшафт); санітарно-захисна зона (СЗЗ) промислових підприємств (промисловий ландшафт); приміська рекреаційна зона (рекреаційний ландшафт); сільськогосподарська зона (сільськогосподарський ландшафт), які дозволили нам визначити, наскільки забруднені є ґрунти у межах антропогенних ландшафтів Криворізького регіону. Дослідження проводились у чотирьох найбільш техногенно навантажених районах центральної частини міста: Дзержинському, Центрально-міському, Інгулецькому, Довгинцевському.

Зразки ґрунту відбиралися у житлових районах (відкриті галявини, дитячі та спортивні майданчики, подвір'я житлових будинків) та у СЗЗ промислових підприємств на відстані 1000 м від житлової забудови. Найбільш потужними підприємствами у Дзержинському районі

є ВАТ "Арселор Міттал Стіл Кривий Ріг", ВАТ "Коксохімічний завод", ВАТ "Цементний завод"; в Інгулецькому районі — ВАТ "Рудник НКГЗК", ВАТ ПГЗК, ВАТ "Арселор Міттал Кривий Ріг НКГЗК"; у Центрально-міському районі — підприємства V класу, на кшталт ВАТ "Криворізький міський м'ясокомбінат", ВАТ "Криворізький міський молокозавод", ВАТ "Криворізький міський пивзавод" та інші, розташовані у центрі міста.

В якості "умовно чистих" були обрані рекреаційні території: міські сквери, парки, прибережні зони Каховського водосховища. Сільськогосподарська зона охоплювала ґрунти окремих районів Дніпропетровської області: Криворізького, Широківського, Софіївського, Криничанського і Дніпропетровського. Всі досліджувані сільськогосподарські угіддя були розташовані уздовж магістральної траси "Кривий Ріг-Дніпропетровськ".

В якості контрольних у натурному експерименті використано чорнозем типовий малогу́мусний важкосуглинковий на лесі, який є типовим на території Дніпропетровської області. 57% території регіону представлено саме цим типом ґрунту. Серед інших типів чорноземів морфологічні параметри чорнозему типового представлено потужним перегнійно-акумулятивним горизонтом до 46 см; орний шар залягає до глибини 25-27 см — темно-сірий, пілуватогрудкуватий, важкосуглинковий;

нижче нього залягає підорний шар. Вміст гумусу в орному шарі становить 3,8%, а у шарах 20-40 см і 40-60 см знижується з 3,7-2,8% до 2,2-1,4% відповідно. Обраному для дослідження чорнозему типовому притаманний низький вміст гумусу, що, порівняно з іншими чорноземами, зумовлює більшу фільтрувальну, меншу сорбційну здатності, меншу самоочищувальну активність [6, 7].

Вміст валових, рухомих і водорозчинних форм кадмію і свинцю у ґрунті визначали методом безполуменевої спектрофотометрії на приладі AAS C-600. Хімічні аналізи зразків ґрунту проведені у дворазовому аналітичному повторенні, різниця між паралельними визначеннями не перевищувала 2,5%. Було відібрано 165 зразків ґрунту (55 — для визначення валових форм ВМ, 55 — рухомих, 55 — водорозчинних) згідно з ДЕСТу [3]. Зразки ґрунту відбирали з поверхневого шару 10-20 см.

Статистичну обробку та аналіз результатів проведено за загальноприйнятими методиками [4] на персональному комп'ютері. Для первинної підготовки таблиць та проміжних розрахунків використовувався пакет Excel [5], для оцінки вірогідності отриманих даних — статистичний пакет SigmaStat 3.0.

Результати дослідження та їх обговорення. У місті Кривий Ріг найбільш забрудненими свинцем були ґрунти сельбищ-

Таблиця

Вміст важких металів у ґрунтах міста Кривий Ріг

| Зона | Функціональна зона | | | Контрольна зона | | |
|----------------------------------|----------------------------------|---------|--------------|-----------------|---------|-------------|
| | M±m | Медіана | 25-75% ДІ | M±m | Медіана | 25-75% ДІ |
| Валові форми кадмію ¹ | | | | | | |
| Сельбищна зона | 0,516±0,054 | 0,493 | 0,335-0,603 | 0,220±0,027 | 0,170 | 0,135-0,277 |
| | Валові форми свинцю ¹ | | | | | |
| | 20,767±5,011 | 6,477 | 4,020-49,570 | 2,926±0,218 | 2,850 | 2,095-3,810 |
| Валові форми кадмію ¹ | | | | | | |
| Промислова зона | 0,644±0,082 | 0,579 | 0,365-0,884 | 0,220±0,027 | 0,170 | 0,135-0,277 |
| | Валові форми свинцю ¹ | | | | | |
| | 5,972±0,808 | 5,410 | 2,880-7,440 | 2,926±0,218 | 2,850 | 2,095-3,810 |
| Валові форми кадмію ¹ | | | | | | |
| Рекреаційна зона | 0,512±0,064 | 0,456 | 0,383-0,633 | 0,220±0,027 | 0,170 | 0,135-0,277 |
| | Валові форми свинцю ¹ | | | | | |
| | 26,247±9,342 | 19,920 | 7,700-53,270 | 2,926±0,218 | 2,850 | 2,095-3,810 |

Примітка: 1 — достовірна різниця показників вмісту важких металів у ґрунтах функціональної зони порівняно з контрольною зоною ($p < 0,05-0,001$).

ної зони у Дзержинському та Інгулецькому районах, де розташоване потужне металургійне підприємство "Арселор Міттал Стіл Кривий Ріг" і Новокриворізький гірничо-збагачувальний комбінат [8-0]. Валові форми свинцю вірогідно перевищували фонову концентрацію у 7,09 разів у ґрунтах сельбищної зони міста $20,767 \pm 5,011$ мг/кг порівняно з вмістом свинцю у контрольних ґрунтах $2,926 \pm 0,218$ мг/кг ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,05$).

У ґрунтах сельбищної зони міста Кривий Ріг спостерігається великий розкид даних вмісту валових і рухомих форм свинцю: величина 25-75% довірчого інтервалу (ДІ) за вмістом валових форм свинцю становить 4,020-49,570, за вмістом рухомих форм ВМ — 0,045-11,460. Це пов'язано з місцями локального накопичення свинцю у ґрунтах сельбищної зони міста: на цих ділянках ґрунту величина 25-75% ДІ за вмістом валових форм свинцю становила 49,570, за вмістом рухомих форм ВМ — 11,460 (табл.).

Також зустрічаються ділянки ґрунту, які за вмістом валових форм свинцю (25-75% ДІ = 4,020) майже не відрізняються від контрольних (ДІ у межах 2,095-3,810). Цей факт підтверджується наявністю достовірності розбіжності показників вмісту свинцю між сельбищною і контрольною зонами за обома статистичними критеріями ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,05$).

ріями ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,05$).

Валові форми кадмію $0,516 \pm 0,054$ мг/кг вірогідно перевищували фонову концентрацію $0,220 \pm 0,027$ мг/кг у 2,34 рази у ґрунтах сельбищної зони міста Кривий Ріг ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,001$). Рухомі форми кадмію у ґрунтах сельбищної зони $0,070 \pm 0,011$ мг/кг вірогідно перевищували фонову концентрацію цього металу $0,033 \pm 0,001$ мг/кг у 2,1 рази порівняно з контролем ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,05$). Вміст водорозчинних форм кадмію $0,036 \pm 0,002$ мг/кг у ґрунтах житлової зони виявився вірогідно нижчим, ніж у контролі $0,046 \pm 0,003$ мг/кг ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,05$).

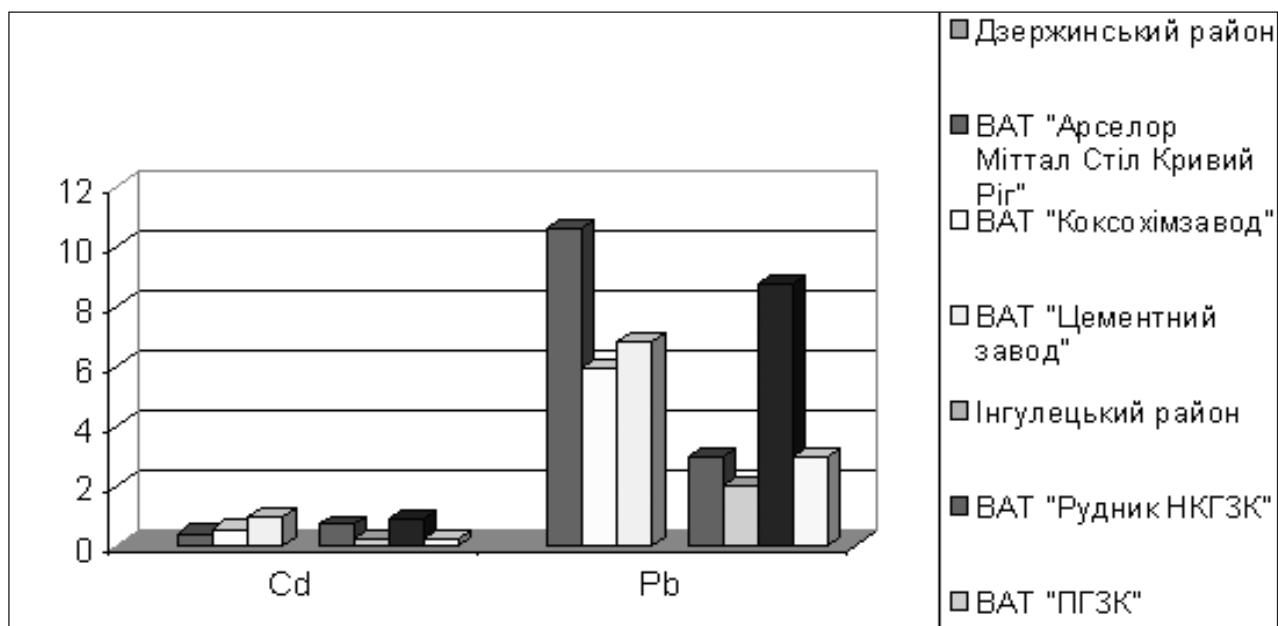
У ґрунтах промислової зони міста Кривий Ріг вміст валових форм кадмію $0,644 \pm 0,082$ мг/кг вірогідно перевищував фонову концентрацію кадмію $0,220 \pm 0,027$ мг/кг у 2,93 рази ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,001$). Рухомі форми кадмію у ґрунтах СЗЗ промислових підприємств міста $0,101 \pm 0,016$ мг/кг вірогідно перевищували у 3,1 рази вміст цього ВМ порівняно з контрольними ґрунтами $0,033 \pm 0,001$ мг/кг ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,001$). Однак вміст водорозчинних форм кадмію у ґрунтах промислової зони $0,034 \pm 0,001$ мг/кг був вірогідно нижчим порівняно з вмістом водорозчинних форм кадмію у контрольних ґрунтах $0,046 \pm 0,003$ мг/кг ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,001$) (рис.).

Характер забруднення про-

мислової зони міста Кривий Ріг такий: з чергуванням ділянок локального забруднення ґрунту валовими та рухомими формами кадмію на фоні низького вмісту водорозчинних форм цього ВМ пов'язаний з великим розкидом вмісту кадмію у ґрунтах промислової зони. Так, величина 25-75% ДІ за вмістом валових форм кадмію становить 0,365-0,884, за вмістом рухомих форм цього ВМ — 0,038-0,171. Тенденція до збільшення вмісту кадмію у СЗЗ промислових підприємств міста підтверджується достовірністю розбіжностей між концентрацією кадмію у ґрунтах промислової зони порівняно з контрольною, розрахованою паралельно обома статистичними критеріями: непараметричним U-критерієм Мана-Уїтні (p_u) та параметричним t-критерієм Ст'юдента (p_t) ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,001$). Так, у ґрунті промислової зони міста Кривий Ріг тенденція до збільшення рухомих форм кадмію

Рисунок

Середній вміст валових форм кадмію і свинцю у ґрунтах СЗЗ промислових підприємств Дзержинського та Інгулецького районів міста Кривий Ріг (мг/кг ґрунту)



підтверджувалася непараметричним U-критерієм Мана-Уїтні ($p_u < 0,001$) та параметричним t-критерієм Ст'юдента ($p_t < 0,001$).

За вмістом валових форм свинцю величина 25-75% ДІ становить 2,880-7,440 у ґрунтах промислової зони і майже не відрізняється від 25-75% ДІ у контрольних ґрунтах 2,095-3,810. Вірогідно високу концентрацію свинцю у ґрунтах промислової зони м. Кривий Ріг було зареєстровано за вмістом водорозчинних форм важкого металу $1,447 \pm 0,075$ мг/кг з перевищенням фону свинцю у 6,57 разів порівняно з контрольними ґрунтами $0,220 \pm 0,048$ мг/кг ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,001$).

У рекреаційних зонах міста Кривий Ріг валові форми кадмію $0,512 \pm 0,064$ мг/кг вірогідно перевищували фонову концентрацію $0,220 \pm 0,027$ мг/кг у 2,33 рази порівняно з вмістом цього ВМ у контрольних ґрунтах ($p_u < 0,001$, $p_t < 0,001$). Рухомі форми кадмію у ґрунтах рекреаційної зони $0,079 \pm 0,021$ мг/кг вірогідно перевищували фонову концентрацію цього металу $0,033 \pm 0,001$ мг/кг у 2,39 разів порівняно з вмістом рухомих форм кадмію у контрольних ґрунтах ($p_u < 0,05$).

Валові форми свинцю вірогідно перевищували фонову концентрацію цього ВМ у 8,97 разів у ґрунтах рекреаційної зони Кривого Рогу $26,247 \pm 9,342$ мг/кг порівняно з вмістом свинцю у контрольних ґрунтах $2,926 \pm 0,218$ мг/кг ($p_u < 0,05$, $p_t < 0,05$). Водорозчинні форми свинцю теж вірогідно перевищували фонову концентрацію у 6,74 разів у ґрунтах рекреаційної зони $1,482 \pm 0,253$ мг/кг порівняно з вмістом свинцю у контрольних ґрунтах $0,220 \pm 0,048$ мг/кг ($p_u < 0,05$, $p_t < 0,05$). За результатами дослідження, у ґрунтах

рекреаційної зони міста Кривий Ріг спостерігається великий розкид даних вмісту валових форм свинцю: величина 25-75% ДІ становить 7,700-53,270, що пов'язано з місцями локального накопичення свинцю у ґрунті. Величина 25-75% ДІ у контрольних ґрунтах становить відповідно 2,020-3,810.

Висновки

1. З'ясовано, що у ґрунтах рекреаційних зон промислового міста середній вміст валових форм кадмію і свинцю перевищує фонові концентрації. Сільськогосподарські території та рекреаційні зони індустріального центру Дніпропетровської області (м. Кривий Ріг) характеризуються помірно небезпечним рівнем забруднення ґрунту кадмієм (кратність перевищення фонові концентрації K_c 2,79 і 2,44 відповідно) та дуже небезпечним рівнем забруднення ґрунту свинцем (K_c 21,5 і 9,29 відповідно).

2. У найбільш забруднених ґрунтах сільбищних зон міста Кривий Ріг валові форми кадмію $0,516 \pm 0,054$ мг/кг вірогідно перевищують фонову концентрацію $0,219 \pm 0,023$ мг/кг у 2,3 рази ($p < 0,001$). Вміст валових форм свинцю вірогідно перевищує фонову концентрацію $2,936 \pm 0,179$ мг/кг у ґрунтах усіх функціональних зон спостереження і коливається у межах від $12,541 \pm 3,171$ мг/кг до $20,767 \pm 5,011$ мг/кг у сільбищних зонах; від $5,972 \pm 0,808$ мг/кг до $22,193 \pm 2,822$ мг/кг — у промислових зонах; від $15,077 \pm 2,227$ мг/кг до $26,247 \pm 9,342$ мг/кг — у рекреаційних зонах індустріального центру Дніпропетровської області.

ЛІТЕРАТУРА

1. Давиденко В.А. Ландшафтна екологія / В.А. Давиденко, Г.О. Білявський, С.Ю. Арсенюк. — К.: Лібра, 2007. — 280 с.
2. Маркевич О.І. Мікроморфологічні відмінності ґрунтів в умовах техногенезу Криворізько-Нікопольської залізо-марганцевої провінції / О.І. Маркевич // Проблеми екології та екологічної освіти: мат. VII Міжнар. наук.-практ. конф. — Кривий Ріг, 2008. — С. 116-117.
3. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа: ГОСТ 17.4.3.01.-86. — М., 1986. — 24 с.

4. Боровиков В. STATISTICA: Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В. Боровиков. — Санкт-Петербург: Питер, 2001. — 656 с.

5. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабиш. — К.: Морион, 2001. — 408 с.

6. Динаміка вмісту валових форм кадмію і свинцю у чорноземах типових на прикладі земель сільськогосподарського користування в умовах Дніпропетровської області / Л.В. Григоренко, Е.А. Деркачов, О.А. Шевченко та ін. // Гігієна населених місць. — 2008. — Вип. 52. — С. 133-140.

7. Особливості поведінки кадмію в умовах натурного та лабораторного експериментів / Л.В. Григоренко, О.А. Шевченко, С.М. Крамарьов, В.В. Зайцев // Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України: мат. IV Всеукр. наук.-практ. конф. / Запорізька державна інженерна академія. — Запоріжжя, 2008. — С. 5-7.

8. Шевченко О.А. Еколого-гігієнічна оцінка урбанізованих ґрунтів промислових агломерацій Дніпропетровської області / О.А. Шевченко, Л.В. Григоренко // Новини і перспективи медичної науки: мат. VII Міжнар. конф. студентів і молодих вчених (Дніпропетровськ, 17-19 жовтня 2007 р.). — Дніпропетровськ, 2007. — С. 32.

9. Григоренко Л. В. Еколого-гігієнічна оцінка техногенного забруднення земель сільськогосподарського призначення кадмієм та свинцем на прикладі Дніпропетровської області / Л.В. Григоренко // Науковий потенціал молоді — прогрес медицини майбутнього: тези VI наук.-практ. конф. з міжнар. участю студентів, інтернів, магістрів, аспірантів та молодих вчених (Ужгород, 15-17 квітня 2008 р.). — Ужгород, 2008. — С. 45-46.

10. Grigorenko L.V. Ecological and hygienic estimation of danger of pollution of agricultural soils in the Dnipropetrovsk region on value of the total indicator of pollution / L.V. Grigorenko // Довкілля-XXI: матер. IV міжнар. наук. конф. (Дніпропетровськ, 9-10 жовтня 2008 р.). — Дніпропетровськ, 2008. — С. 162-163. Надійшла до редакції 25.11.2010.