

11. Martino C. Quantitative analysis of InSAR digital elevation models for identification of areas with different tectonic activities in southern Italy [Електронний ресурс] /Claudio Martino, Giovanni Nico, Marcello Schiattarella /Earth Surface Processes and Landforms. Research Article. – Vol. 34, Iss. 1. January 2008. – P. 3 – 15. – Режим доступу до журн.: <http://www3.interscience.wiley.com>.
12. Natural and anthropogenic hazards in karst areas (co-listed in GM): Natural Hazards and Earth System Sciences [Електронний ресурс] /European Geosciences Union. – 2005. – Режим доступу: <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/prefaces/preface23.pdf>.
13. Open-file report O-06-27, map of kfndslide geomorphology of Oregon City, Oregon, and vicinity interpreted from lider imagery and aerial photographs [Електронний ресурс] /by Ian P. Madin and William J. Burns, – Oregon Department of Geology and Mineral Industries, 2006. – Режим доступу: <http://www.naturenw.org/geo-landslides.htm>.
14. Skilodimou H. Investigating the Flooding Events of the Urban Regions of Glyfada and Voula, Attica, Greece: A Contribution to Urban Geomorphology [Електронний ресурс] /Hariklia Skilodimou, George Livaditis, George Bathrellos, Efthimia Verikiou-Papaspiridakou. /Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography. Vol. 85, Iss. 2, December 2002. – P. 197 – 204. – Режим доступу: <http://www3.interscience.wiley.com>.
15. Trefois P. Geomorphology and urban geology of Bukavu (R.D. Congo): interaction between slope instability and human settlement /P. Trefois, J. Moeeyersons, J. Lavreau and set. /Geological Society, London, Special Publications; 2007; Vol. 283. – DOI: 10.1144/SP283.6. – p. 65-75.
16. 4-D Topography Evolution in Europe: Uplift, Subsidence and Sea level Change [Електронний ресурс] /ТОРО-EUROPE. – Режим доступу: <http://www.esf.org/activities/eurocores/running-programmes/topo-europe.html>.
17. <http://www.esf.org/activities/eurocores/running-programmes/topo-europe.html>.

УДК 574

Дабіжук Т.М., Денисик Г.І.

Аналіз джерел забруднення сполуками важких металів продуктів харчування в Україні

Розглянуто основні джерела забруднення сполуками важких металів продуктів харчування в Україні, виділено шляхи надходження важких металів в ґрунти та у продукти харчування у процесі переробки та зберігання, показана максимальна разова ГДК для деяких важких металів у важкій воді, розроблені рекомендації щодо зменшення потрапляння важких металів у продукти харчування українців на всіх етапах їх виробництва: вирощування, переробки та зберігання. Ключові слова: продукти харчування, джерела, важкі метали, шляхи надходження, ґрунти, здоров'я населення.

Дабіжук Т.М., Денисик Г.І. Анализ источников загрязнения соединениями тяжелых металлов пищевых продуктов в Украине. Рассмотрено основные источники загрязнения соединениями тяжелых металлов пищевых продуктов в Украине; выделено пути проникновения тяжелых металлов в почвы и пищевые продукты в процессе пререработки и хранения, показана максимальная разовая ГДК для некоторых тяжелых металов в питьевой воде; разработаны рекомендации относительно уменьшения попадания тяжелых металлов в пищевые продукты украинцев на всех этапах их производства: выращивания, переработки и хранения. **Ключевые слова:** пищевые продукты, источники, тяжелые металлы, пути проникновения, почвы, здоровье населения.

Dabizhuk T.M., Denisik G.I. The analysis of sources of pollution by connections of heavy metals of foodstuff in Ukraine. It is considered the basic sources of pollution by connections of heavy metals of foodstuff in Ukraine; it is allocated ways of penetration of heavy metals to soils and foodstuff to processing and storages, it is shown maximum single GAD for some of heavy metals in potable water; recommendations concerning hit reduction of heavy metals in foodstuff of Ukrainians at all stages of their manufacture are developed: cultivation, processing and storage. **Key words:** foodstuff, sources, heavy metals, ways of penetration, soil, population health.

Постановка проблеми. Втрати працездатного населення через передчасну смертність (за критеріями ВООЗ передчасною вважається смертність у віці до 65 років), спричиняють кількісні та якісні зміни у демографічній структурі населення, які істотно впливають на економічний, інтелектуальний, військовий потенціал країни, складають серйозну загрозу національній безпеці [2].

Загрозливою особливістю сучасної демографічної ситуації в Україні є набагато вищий рівень передчасної смертності у порівнянні з іншими розвинутими країнами світу [1].

Статистичні дані за період з 1981 по 2005 роки свідчать, що на Україні надсмертність характерна в більшій мірі для чоловічого населення і найвищою була для середньої вікової групи (30-44 роки) і у порівнянні з населенням Євросоюзу залишається вищою для чоловіків у 5 разів та у 3 рази для жінок [3].

Найбільшу частину смертей українців у цій віковій групі зумовлюють зовнішні причини (небезпечні професії - рятувальники, пожежники, шахтарі тощо). Друге місце за кількістю серед причин смертності посідають серцево-судинні захворювання. Для порівняння, у країнах Європи на другому місці серед причин передчасної смертності є ракові захворювання [4].

Аналіз попередніх досліджень. За даними ВООЗ, більша частина хвороб (70-80%) є наслідком поєднання екологічних, професійно-виробничих, соціальних та психологічних факторів [5]. Причинами серцево-судинних захворювань є важкі метали (ВМ) та їх сполуки: так свинець викликає артеріальну гіпертензію (АГ) та підвищення судинного тонуусу [6], розвиток синдрому гіперкоагуляції, пригнічення фібринолітичної активності і як наслідок активацію процесів тромбоутворення [7], кадмій може викликати ішемічну хворобу серця, АГ, патологію периферичних судин [8], ферум – розвиток метаболічного синдрому, атеросклерозу, АГ, кардіоміопатії [9], а також ускладнюють перебіг тих захворювань які уже є [10]. В організм людини ВМ можуть надходити з вдихуванням повітрям, з питною водою, але головним чином з продуктами харчування [11].

Метою статті є аналіз джерел надходження ВМ та їх сполук у продукти харчування українців.

Результати дослідження. В опублікованих працях немає єдиного погляду які ж метали відносяться до важких? Так за даними Реймерса М.Ф. до цієї групи включають метали з густиною 8 тисяч кг/м³ (крім благородних та рідкісних). До них належать 11 металів – В, Со, Ni, Cu, Zn, Cd, Sn, Sb, Hg, Pb, Bi. Часто у прикладних роботах до списку ВМ додають ще і Mn, Fe, Ag, W, Pt, Au [12].

Хімічна енциклопедія подає технічну класифікацію металів, згідно якої важкими є метали, що мають густину більше 5 г/см³ і до них відносять ті ж одинадцять металів, що у М.Ф. Реймерса, але замість В включено Fe [13].

Відомо, що в різних сферах народного господарства тепер широко застосовуються більше 70 елементів періодичної системи, із яких 43 елементи відносять до групи важких. Вони, крім високої густини, характеризуються високою здатністю утворювати металоорганічні комплекси завдяки незавершеним зовнішнім електронним оболонкам [10].

У якості критеріїв для ВМ найчастіше використовують: густину, відносну атомну масу, токсичність, розповсюдженість у природі, участь в природних та техногенних циклах, здатність до біоаккумуляції та біомагніфікації.

Найбільший інтерес представляють метали, які мають широке

використання у виробничих процесах та внаслідок накопичення у довкіллі складають небезпеку з погляду їх біологічної активності та токсичних властивостей. До них належать (розташовані у порядку зростання їх атомних мас) V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ar, Mo, Cd, Sn, Sb, Hg, Pb, Bi.

На сьогодні термін ВМ частіше всього розглядається не з хімічної, а з екологічної та токсикологічного погляду, практичного використання металів.

З токсикологічної точки зору чим меншим є значення гранично допустимої концентрації (ГДК) металу, тим отрутішим є цей метал (табл. 1).

Таблиця 1.

Максимальна разова ГДК для деяких важких металів у питній воді, г/мл

№ групи	Метал або група металів	ГДК максимальна разова, г/мл
1	Co, Mn, Bi, Zn, Fe	0,1
2	Cu, Mo, W, Ni, Cr	0,01
3	Cd	0,001
4	Hg	0,0005

Отже виходячи з токсикологічного погляду найотрутішим серед представлених є Hg, а менш отруйними - метали першої групи.

Таким чином, поняття „важкі метали” є не зовсім коректним і вимагає заміни. Пропонуємо використовувати термін „метали-екотоксиканти”. Цей термін буде вказувати, що дія таких металів негативно впливає на біоту в кількостях, які перевищують екологічний оптимум, тому що серед вказаних металів є метали, які відносять до мікроелементів. Їх присутність у мікрокількостях вкрай необхідна і роль чітко визначена: вони входять до складу простетичних груп або виступають активаторами багатьох ферментів.

Встановлено, що зі всіх ВМ та їх сполук, що надійшли до організму людини 70% - надходять з продуктами харчування [14, 15]. Більшість продуктів харчування населення України за своїм походженням є або рослинного, або тваринного походження. У свою чергу продукція рослинництва вирощується у відкритому ґрунті, або в закритому (теплиці, парники). Оскільки значна частина території України характеризується недостатнім для більшості сільськогосподарських рослин зволоженням, на цій території використовують зрошувальне землеробство.

Тваринництво, яке забезпечує населення продуктами тваринного походження, за особливостями утримання тварин може бути як пасовищним, так і стійловим (рис. 1). Особливості вирощування сільськогосподарських рослин та утримання тварин визначають шляхи і джерела надходження ВМ в отримувану продукцію.

Активне використання багатьох сполук ВМ у різних галузях промисловості та низький рівень очистки відходів та викидів в Україні досягли такого рівня, що відбувається утворення таких техногенних потоків ВМ, які призводять до порушення первинних геохімічних характеристик регіонів, виникнення техногенних аномалій і біогеохімічних провінцій з різним ступенем екологічної напруженості [16].

Так, у ґрунтах м. Кременчука сформовані поліелементні (залізо-мідно-марганцеві) геохімічні аномалії пов'язані з технологічними особливостями місцевих промислових підприємств [17], в Донецькій області (мідно-цинково-свинцево-кадмієві) [18].

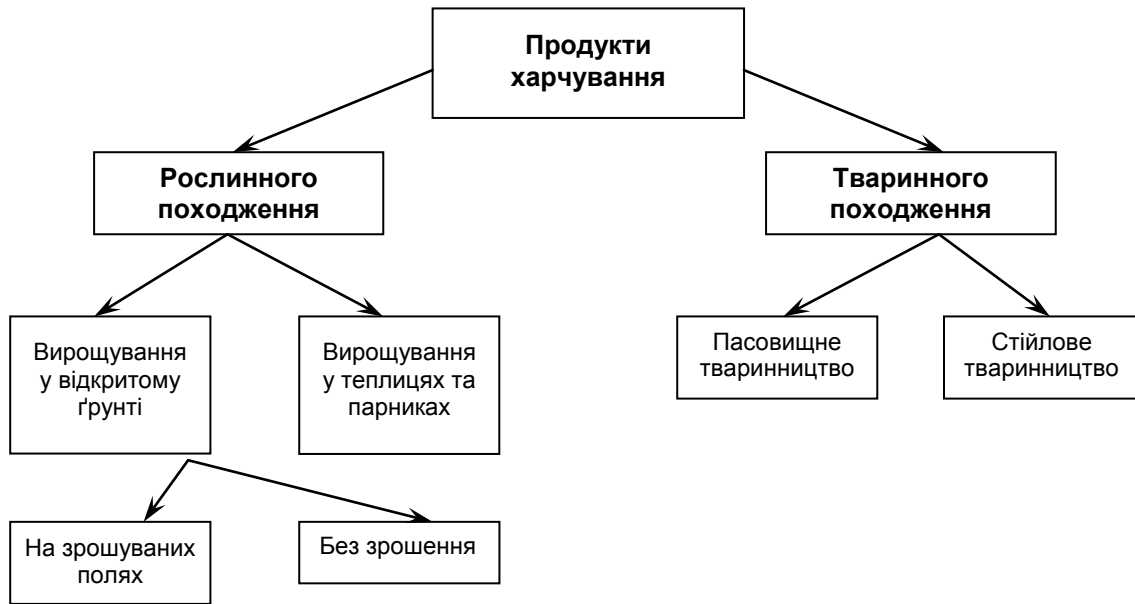


Рис. 1. Походження основних сільськогосподарських продуктів харчування.

Найвищі концентрації ВМ зафіксовані в ґрунтах Східного (Запорізька, Донецька, Дніпропетровська, Харківська області) та Південного (Одеська область) регіонів України, де вони суттєво перевищують всі можливі гігієнічні норми: по свинцю – у 2,5-3,6 разів, по цинку – в 1,9-2,8 разів, по нікелю – у 1,5-2,0 рази, по марганцю – в 1,2-1,3 рази. Сумарний показник хімічного забруднення ґрунтів на цих територіях коливається від 78,6 до 123,6, що відповідає небезпечному для здоров'я населення рівню. Від 74,2% до 92,3% населення цих регіонів мешкає в несприятливих екологічних умовах. Саме тому ці території можна вважати районами найбільшого ризику виникнення серед населення патологічних станів і хвороб, пов'язаних з дією шкідливих факторів навколишнього середовища [19].

В науковій літературі є дані, що сполуки ВМ мають низькі міграційні властивості за вертикальним профілем ґрунтів. В основному вони акумулюються у поверхневому орному шарі, а з нього переміщуються в сільськогосподарські культури. Найбільший показник кумуляції виявляють кадмій, цинк, свинець та купрум, значно менший – молібден, ферум, нікель, кобальт і хром. З ґрунту до складу овочів переходить 26-62% кадмію, 45-52% плюмбуму, 21-31% купруму, 22-37% мангану [20]. Надмірний вміст ВМ у ґрунтах призводить до надходження зазначених металів спочатку в раціони, а потім і в продукцію тваринництва, що викликало погіршення якості сільськогосподарської продукції. Так, випасання великої рогатої худоби на пасовищах з підвищеним вмістом ВМ призводило до появи надмірної кількості металів у молоці. З молока у сирну масу переходить від 50 до 90% і більше ВМ, у масло вироблене з вершків переходить 17,7-21,7% ВМ [11]. Наявність ВМ впливає на якість сиру, порушується технологічний процес його виготовлення. Зокрема погіршується смак, запах стає нечистим, він розкришується і втрачає свої технологічні якості.

Вважають, що основним джерелом надходження ВМ в організм сільськогосподарських тварин є корми і складає 99,8% від загальної кількості.

Найбільшу частку ВМ складають комбікорми. Це пояснюється тим, що комбікорми збагачуються металами біотиками за рахунок префіксів [21]. Свинець накопичується переважно у продуктах тваринного походження, тоді як інші метали – у продуктах рослинного походження. Найбільше контаміновані ВМ такі продукти харчування як хлібобулочні вироби, овочі та фрукти. З овочевих культур найбільший вміст ВМ встановлений для картоплі та буряків [22].

Часто промислові стічні води, в разі їх використання для зрошення полів, стають ще одним джерелом збільшення вмісту ВМ у ґрунтах [23], а також фосфорні, складні та органічні добрива [24].

Аналізуючи шляхи надходження ВМ та їх сполук у ґрунти України (рис. 2) можна виділити такі особливості:

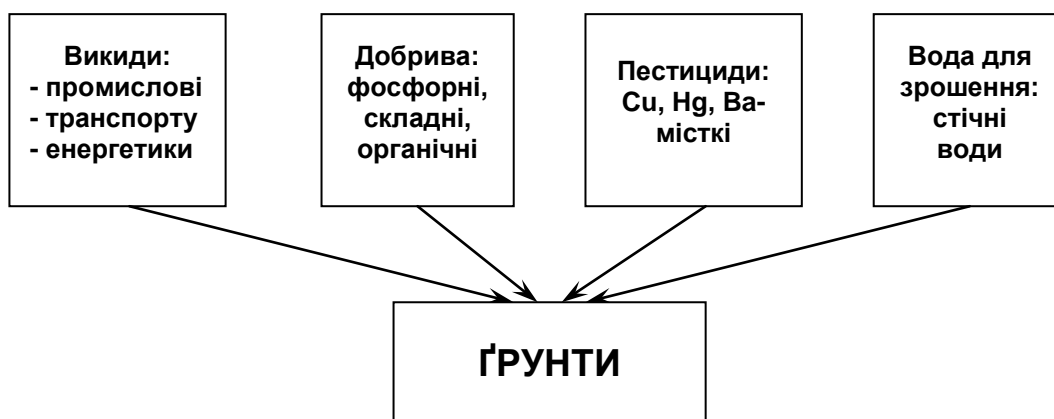


Рис. 2. Шляхи надходження важких металів у ґрунти.

- основним джерелом ВМ є викиди різних галузей промисловості, транспорту та електроенергетики. Особливості просторового розташування основних виробництв призвело до виникнення біогеохімічних аномалій;
- низька якість мінеральних добрив, особливо фосфорних та складних, використання металомістких пестицидів та зміна системи землеробства також вносять свою частку в збільшення ВМ у ґрунтах;
- використання стічних вод промислових та сільськогосподарських підприємств для зрошення полів призводить до збільшення вмісту ВМ у ґрунтах.

Таким чином всі потоки ВМ та їх сполук з повітря, зі стоками та сільськогосподарськими хімікаліями рано чи пізно опиняються в ґрунтах, а звідти розпочинають свій шлях ланцюгами живлення в організм українців. Ґрунти, на жаль, не єдине джерело потрапляння ВМ у продукти харчування. Літературні дані показують, що важливим фактором зростання вмісту ВМ у продуктах харчування є деякі технологічні процеси, обладнання, харчові добавки, тара та упаковка (рис. 3).

Так, наприклад, в ході виробництва томат-пасти відбувається концентрування купруму. Встановлено, що у вихідній сировині томатах вміст купруму складав 0,9 мг/кг, що було значно нижче ГДК (5 мг/кг), проте після концентрування шляхом упарювання кількість Cu зросла до 6,6 мг/кг і не відповідала санітарним нормам [25]. Дослідники повідомляють, що вміст свинцю та олова в згущеному молоці в металічній тарі через 6 місяців зберігання зростає

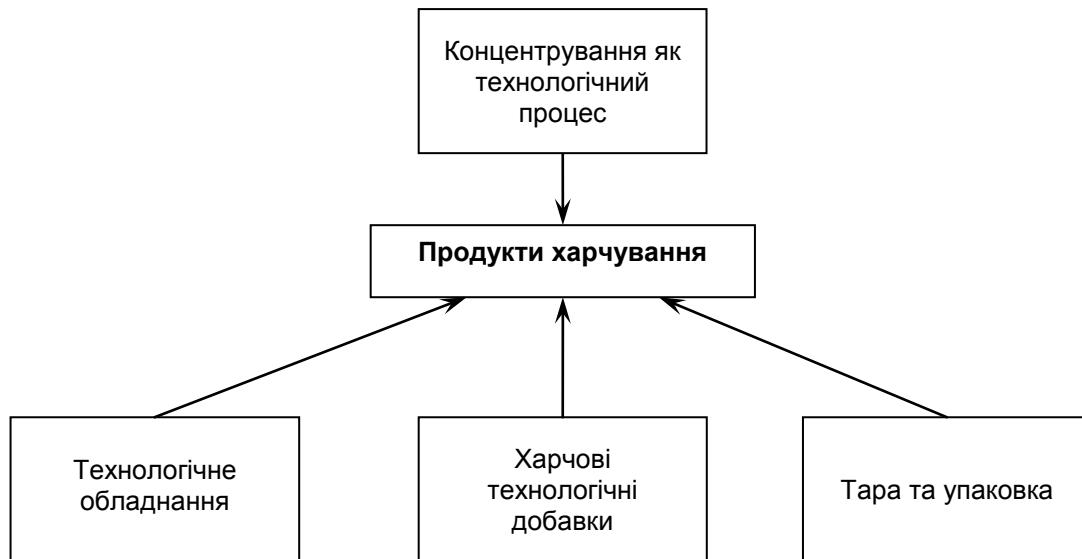


Рис. 3. Шляхи надходження важких металів у продукти харчування в процесі переробки та зберігання.

майже в 500 разів [26]. Відомі випадки виявлення надмірних кількостей олова у соках, які зберігали у посуді, який містив цей елемент у складі сплаву, з якого був виготовлений посуд [27].

Отже, ВМ потрапляють у продукти харчування українців на всіх етапах їх виробництва: вирощування, переробки та зберігання.

Висновки: 1) необхідно здійснювати систематичний моніторинг за вмістом ВМ у продуктах харчування на державному рівні на всіх етапах їх виробництва; 2) враховувати вміст у сировині та готових продуктах харчування як окремих важких металів, так і їх комплексів; 3) розробити загальну концепцію проживання людини у середовищі з підвищеним вмістом ВМ у продуктах харчування (інформація населення про вміст ВМ у продуктах харчування та заходи щодо зменшення їх шкідливого впливу на здоров'я населення); 4) для вирощування на ґрунтах забруднених ВМ підбирати видовий склад рослин з урахуванням їх фізіологічних та біохімічних особливостей з метою мінімізувати вміст ВМ у с/г продукції, або культури, продукція яких не буде використовуватися в їжу (наприклад технічні культури – льон, ріпак тощо), або культури, яких шляхом переробки можна зменшити їх кількісний вміст; 5) розробка тари, упаковки та її маркування для зберігання продуктів харчування без використання ВМ.

1. Смертність населення України у трудоактивному віці / Відп. ред. Е.М. Ліанова. – К.: Ін-т демографії та соціальних досліджень НАНУ, 2007. – 211 с.
2. Рингач Н.О. Передчасна смертність як загроза національній безпеці України / О.Н. Рингач // Охорона здоров'я в Україні. – 2007. – № 1 (25). – С. 29-30.
3. Рингач Н.О. Погляд на проблему передчасної смертності населення України крізь призму національної безпеки / О.Н. Рингач // Стратегічні пріоритети. – 2008. – №1(6). – С. 102-111.
4. Обзорная сводка о состоянии здоровья в Украине 2005 / <http://www.euro.who.int/document/E88285r.pdf>.
5. Сердюк А.М. Навколишнє середовище і здоров'я населення України / А.М. Сердюк // Довкілля та здоров'я. – 1998. – № 4 (7). – С. 2-6.
6. Зербино Д.Д. Свинец – этиологический фактор поражения сосудов: основные доказательства / Д.Д. Зербино, Т.М. Соломенчук, Ю.А. Поспешиль // Архив патологии. – 1997. – № 1, – Т. 59. – С. 9-12.

7. Апихтіна О.Л. Вплив свинцю на скоротливу функцію судинної стінки щурів // Пріоритетні проблеми гігієни праці, професійної та виробничо-зумовленої захворюваності в Україні / За ред. О.П. Яворовського, І.О. Парпаля, А.М. Шевченка, В.В. Завгороднього. – К., 2008. – С. 83-89.
8. Beevers D.G. Blood-lead and cadmium in human hypertension / D.G. Beevers, J.K.Cruickshank, W.B. Yeoman et al. // Environ. Pathol. Toxicol. – 1980. – Vol. 4 (2-3). – P. 251-260.
9. Лубянова І.П. Хроническая интоксикация железом как профессиональное заболевание / И.П. Лубянова // Укр. журн. з проблем медицини праці. – 2005. – № 2. – С. 3-11.
10. Трахтенберг І.М. Роль металів як техногенних хімічних забруднювачів у патогенезі серцево-судинних захворювань / І.М. Трахтенберг, О.Л. Апихтіна, І.П. Лубянова // Український кардіологічний журнал. – 2009. – № 1 додатковий.
11. Федорук Р.С. Біологічна цінність і якість молока в контексті техногенного забруднення природного середовища та екологічної безпеки / Р.С. Федорук, І.І. Ковальчук // Біологія тварин. – 2007. – Т.9. – №1-2. – С. 90-97.
12. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637с.
13. Химическая энциклопедия в 5-ти томах. Т.3. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. – 750 с.
14. Ерстенюк А. Біохімічні механізми кадмієвої інтоксикації / А.Ерстенюк // Журнал агробіології та екології. – 2007. –Т.3. – №1-2. – С. 55-60.
15. Уманський В.Я. Вплив забруднень навколишнього середовища на стан здоров'я населення промислових районів / В.Я. Уманський, Л.А. Сергеева, В.М. Черенков, М.А. Цуркан // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2003. –Т.3. – №1-2. –С. 9-16.
16. Лега Ю.А. Розробка автоматизованих систем екологічного моніторингу / Ю.А. Лега, Є.В. Ланських, Н.М. Корнелюк // Вісник ЧДТУ. – 2008. – №2. –С. 19-24.
17. Сараненко І.І. Біогеохімічні аномалії накопичення важких металів у ґрунтах промислових центрів (на прикладі м. Кременчука) / І.І. Сараненко // Ґрунтознавство. – 2005. – Т. 6, № 1–2. – С. 62-66.
18. Філоненко Л.Г. Дослідження впливу небезпечних відходів на стан ґрунтів Донецької області / Л.Г. Філоненко С.М. Федорець, Л.А. Прокопенко, Т.О. Колеснікова, Ю.К. Бородай // Сотрудничество для решения проблемы отходов / Мат.-лы IV междунар. конф. – Харьков, 2007.
19. Свистун Р. Комплексний аналіз стану хімічного забруднення довкілля в різних регіонах України / Р. Свистун, М. Циганкова, О. Паракіна, Т. Доценко // Донецький вісник наукового товариства ім. Шевченка. – Т.20: Мат.-ли Всеукр. наук.-практ. конф. "Медико-біологічні студії екосистем", 4-5 січня 2008 р., Донецьк, 2008. – С. 134-142.
20. Вашкулат Н.П. Гігієнічна оцінка вмісту важких металів в ґрунтах та продукції рослинництва населених пунктів Київської області / Н.П. Вашкулат, О.І. Тетеньова, Є.В. Лівінська, Н.М. Гуменнікова // Проблеми харчування. – 2009. – № 5 – С. 78–83.
21. Засекін Д.А. Детоксикація надлишку важких металів в організмі тварин – запорука збереження здоров'я та одержання екологічно чистої тваринницької продукції / Д.А. Засекін // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2000. – Вип. 28. – С. 258-269.
22. Степанова М.Г. Гігієнічна оцінка забруднення навколишнього середовища важкими металами і його впливу на здоров'я населення Донецької області / Дис. ... канд. біол. наук. – К., 2004.
23. Самчук А.І. Інтенсивність біогеохімічного поглинання мікроелементів як один з факторів забруднення харчових продуктів рослинного походження / А.І. Самчук, А.М. Строй, О.О. Худайкулова, Т.В. Огар, О.А. Харченко // Проблеми харчування. – 2006. – №4. – С. 25-32.
24. Мудрий І.В. Деякі аспекти проблеми вирощування якісної рослинної продукції при застосуванні мінеральних добрив та методичні підходи щодо токсиколого-гігієнічної їх оцінки / В.І. Мудрий, І.В. Лепьошкін // Проблеми харчування. – 2005. – №4. – С.44-47.
25. Василенко С.М.. Дослідження вмісту важких металів і нітратів у помідорах-продуктах / С.М. Василенко, Т.О. Ващук, В.В. Шутюк, В.І. Бондар // Наукові праці НУХТ. – 2009. – №29. – С. 87-90.
26. Соловійов А. Техногенне пекло / А. Соловійов // Дзеркало тижня. – 2003. – №40 (465).
27. http://komarova105.ho.ua/readarticle.php?article_id=299.