



ТОКСИКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ СУПЕРФОСФАТУ АМОНІЗОВАНОГО, ВИРОБЛЕНОГО З ТУНІСЬКИХ ФОСФОРИТІВ, ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРОДУКТІВ

І.В. Мудрий, доктор мед. наук., І.В. Лепьошкін, кандидат мед. наук.,
О.М. Багацька, кандидат с.-г. наук

Інститут екогігієни і токсикології ім. Л.І.Медведя МОЗ України, Київ

Резюме. В статті розглядаються актуальні питання безпечної застосування суперфосфату амонізованого з туніських фосфоритів в Україні. Представлені результати проведених досліджень в польових умовах. Рекомендована безпечна норма внесення фосфорних добрив з зарубіжних фосфоритів — 70 кг/га по ангидриду фосфора.

Ключові слова: мінеральні добрива, суперфосфат, фосфорити.

Summary. This article discusses actual problems of safe use of the superphosphate ammonium in Ukraine. The fertilizer maded from Tunisian phosphorites contains a heavy metals. It was shown the results of the research in the field. Recommended safe dose of superphosphate ammonium — 70 kg/ha (P_2O_5).

Key words: mineral fertilizers, superphosphate, phosphorites.

Результати наукових досліджень засвідчують, що завдяки застосуванню мінеральних добрив можна одержати в середньому 40-50 % приросту врожайності сільськогосподарських культур, що значно вище частки приросту врожаю від сорту насіння, засобів захисту рослин чи обробітку ґрунту. Згідно з висновками фахівців США вплив різних факторів на врожайність сільськогосподарських культур ранжується наступним чином (%): добрива — 41, пестициди — 15–20, сприятливий ґрунт — 15, гібридне насіння — 8, зрошення — 5, інші чинники — 11–16 [1].

Щодо мінеральних добрив, то про них сформувалося уявлення як про безпечні хімічні речовини, оскільки вони за своїм походженням є продуктами мінеральної природи, а також через низьку ймовірність гострих отруєнь останніми. Водночас відомо, що мінеральні добрива — це мінеральні солі, які відносяться до хімічних сполук з високою активністю. А їхнє широкомасштабне, систематичне та безконтрольне внесення з порушенням оптимальних норм, термінів, збалансованості поживних елементів може призвести до негативного впливу на навколишнє середовище, рослинницьку продукцію та здоров'я працюючих з добривами, а також населення в цілому.

При виробництві фосфорних добрив із фосфоритів більшість токсичних елементів переходить у готовий продукт. Так, при отриманні суперфос-

фатів кадмій повністю залишається у добриві, при виробництві фосфорної кислоти до 2/3 даного елемента переходить у готовий продукт [2].

В Україні в останнє десятиріччя виникла проблема з сировиною для виробництва фосфорних та комплексних (азотно-фосфорно-калійних, азотно-фосфорних, фосфорно-калійних) мінеральних добрив. Тому триває пошук місцевих родовищ та вирішуються питання щодо ввезення в Україну фосфоритної сировини іноземного походження, в основному з Близького Сходу та Північної Африки, які, на жаль, містять велику кількість Pb, Cd, As, F та значну ефективну питому активність природних радіонуклідів (300–1500 Бк/кг).

Згідно з даними літератури [2], вміст кадмію в апатитах з Кольського півострова становить 0,4–0,6 мг/кг, а в одержаному з них суперфосфаті — 0,2–0,7 мг/кг. Ефективна питома активність природних радіонуклідів даних апатитів становить 33,3 Бк/кг. Отже, фосфорні добрива, які використовувались в колишньому Союзі, не забруднювали ґрунт небезпечним кадмієм.

За даними літератури [2,3], суперфосфат є джерелом надходження в ґрунт кадмію (50–170 мг/кг), хрому (66–243 мг/кг), кобальту (0–90 мг/кг, міді (4–70 мг/кг), свинцю (7–92 мг/кг), цинку (50–1430 мг/кг). В Австралії кожного року разом із суперфосфатом у ґрунт потрапляє близько 160 т кадмію, його вміст у добриві коливається від 38 до 42 мг/кг.

Проблема важких металів є дуже актуальною для України через різний ступінь забруднення (до 20%) сільськогосподарських угідь зазначеними токсикантами. Забруднення ґрунту свинцем і кадмієм істотно змінює надходження мікроелементів до рослин. До найсильніших антагоністичних взаємодій слід віднести Cd-Zn, Cd-Fe, Pb-Fe, Cd-Mn, Pb-Mn. Забруднення ґрунту свинцем або кадмієм супроводжується також зменшенням вмісту білка в зерні ячменю і погіршенням показників поживної цінності зеленої маси кукурудзи. Застосування мінеральних добрив дещо пом'якшує негативний вплив важких металів [6]. Вміст кадмію в американських (США) фосфоритах становить близько 13 мг/кг, в алжирських, марокканських та ізраїльських — приблизно 25 мг/кг, західно-африканських — 50 мг/кг. Більш за все кадмію (75 мг/кг) знаходиться в сенегальському фосфориті [4, 5].

Мета наших досліджень полягає в токсикологієнічному обґрунтуванні безпечного використання суперфосфату амонізованого з туніських фосфоритів в Поліській та Лісостеповій зонах України. Для досягнення поставленої мети визначені такі основні завдання:

- вивчити в польових умовах вплив суперфосфату амонізованого на вміст токсикантів (нітратів, свинцю, кадмію, миш'яку та хрому) у ґрунтах Поліської та Лісостепової зон та їх міграційні властивості у ґрунті;
- визначити транслокаційні показники ряду токсикантів (Pb, Cd, As, Cr, нітратів) для насіння гречки, картоплі та кукурудзи на силос;
- визначити безпечність для здоров'я людини рослинницької продукції, вирощеної при застосуванні суперфосфату амонізованого з туніських фосфоритів.

Об'єктом досліджень був суперфосфат амонізований, вироблений з туніських фосфоритів. Зазначене добриво має наступний склад поживних речовин: ангідрид фосфору (P_2O_5) — 17 %, загальний азот — 3 %. Згідно з технічними умовами максимальний вміст у мінеральному добриві Cd, Pb та As відповідно становить 10, 15 та 6 мг/кг. Дослідження щодо визначення безпечності суперфосфату амонізованого проводилися згідно з вимогами, викладеними в керівництві Є.Г. Гончарука і Г.І. Сидоренка [7] та методичних рекомендаціях [8].

Середньосмертельна доза (LD_{50}) для мишей та щурів при одноразовому внутрішньошлунковому введенні суперфосфату амонізованого становить понад 5000 мг/кг. Ознак інтоксикації не спостерігалось. Одноразове нанесення добрива на шкірні покриви кролів та щурів у дозі 2500 мг/кг не викликали у тварин розвитку симптомів отруєння та загрози загибелі. Через добу після дії у кролів відзначалась наявність слабовираженої еритеми, яка через 2 доби зникла. Середня смертельна концентрація (LK_{50}) при інгаляційній дії суперфосфату амонізованого для щурів — понад 8640 мг/м³. Порогова концентрація добрива для щурів при однократній дії, яку встановлено за певними показниками (зміна частоти дихання, клітинної реакції

верхніх дихальних шляхів, функціонального стану ЦНС та печінки), складає 172,8 мг/м³ [9]. Отже, суперфосфат амонізований щодо гострої пероральної та дермальної токсичності є малонебезпечною речовиною, щодо гострої інгаляційної — це помірно небезпечна речовина.

При багатократній дії на шкіру суперфосфату амонізованого протягом 14 днів у дозі 25 мг/кг (5 діб на тиждень по 4 години) змін у масі тіла, відносних коефіцієнтів внутрішніх органів та показників морфологічного складу крові у білих щурів не було відзначено. Стан шкірних покривів був без змін. Згідно з даними літератури [10], суперфосфат має сенсипілізуючі властивості. Отже, можна стверджувати: близький за хімічним складом суперфосфат амонізований теж виявлятиме сенсипілізуючу дію. При вивченні ембріотоксичної дії суперфосфату в експерименті досліджувалися дози 1/10, 1/100, 1/200, 1/400 та 1/800 LD_{50} . Результати зазначених експериментів засвідчують: ембріотоксичні властивості у добрива відсутні [9].

Чутливими до вмісту важких металів у ґрунті є такі сільськогосподарські культури як картопля та гречка. Картоплю вирощували на дереново-підзолістому ґрунті Поліської дослідної станції Малинського району Житомирської області (зона Полісся).

Схема досліду була наступна:

1. Контроль (без добрив)
 2. P_{60} (т.ф.)
 3. $N_{60}P_{60}$ (т.ф.) K_{60}
 4. $N_{60}K_{60}$
 5. P_{300} (т.ф.) — 5-кратна норма внесення
 6. P_{300} (а.ф.) — 5-кратна норма внесення
- Ртф — суперфосфат, виготовлений на основі туніських фосфоритів — 3% N та 17% P_2O_5 .
P(а.ф.) — суперфосфат, виготовлений на основі алжирських фосфоритів — 3% N та 20% P_2O_5 .

Результати досліджень якості ґрунту, одержаних після внесення добрив, подані в табл. 1.

Аналізуючи дані табл. 1, можна стверджувати, що при використанні суперфосфату амонізованого в оптимальних нормах внесення, рН ґрунту залишається на рівні контролю. При 5-кратній нормі внесення амонізованого суперфосфату рН ґрунту змінюється до нейтральних величин — $6,44 \pm 0,98$ та $6,53 \pm 0,93$.

Вміст нітратів у ґрунті тримався на рівні контролю. При внесенні комплексного добрива $N_{60}P_{60}$ (т.ф.) K_{60} , до складу якого входив азот (N-60%), вміст нітратів у ґрунті в 2,5–3 рази підвищувався, але був значно нижчим за гігієнічний норматив (130 мг/кг).

Вміст кадмію в дереново-підзолістому ґрунті збільшується при застосуванні суперфосфату, виробленого з туніських та алжирських фосфоритів, у 5-кратній нормі внесення, що призводить до збільшення його вмісту у ґрунті в 2,5–2,8 рази порівняно з контролем. Зазначені величини не перевищували ГДК (0,5 мг/кг).

Вміст у ґрунті свинцю та загального хрому при застосуванні суперфосфату амонізованого та його аналогів залишається на рівні контролю.

Вміст деяких токсикантів у ґрунті (0-20 см) наприкінці вегетаційного періоду залежно від умов використання добрив при вирощуванні картоплі (n = 3)

Умови досліджу	рН	Вміст токсикантів, мг/кг				
		NO ₃ -	Cd	Pb	Cr	As
Контроль (без добрив)	4,91±0,73	20,5±3,1	0,1±0,02	2,4±0,3	3,1±0,5	н.в.
P ₆₀ (т.ф.)	4,87±0,70	21,9±3,3	0,19±0,03	5,9±0,9	4,7±0,7	н.в.
N ₆₀ P ₆₀ (т.ф.)K ₆₀	5,50±0,82	60,7±9,1	0,21±0,04	4,2±0,6	5,5±0,8	н.в.
N ₆₀ K ₆₀	4,56±0,68	51,1±7,7	0,10±0,02	2,1±0,3	4,0±0,6	н.в.
P ₃₀₀ (т.ф.)	6,44±0,98	28,6±4,3	0,28±0,04	4,0±0,6	4,6±0,7	0,5±0,08
P ₃₀₀ (а.ф.)	6,53±0,97	15,3±2,3	0,25±0,03	3,5±0,5	4,1±0,7	0,41±0,06

Примітка: н.в. — не виявлявся

Елемент миш'як у ґрунті виявлявся лише при використанні суперфосфату з зарубіжних фосфоритів при 5-кратній нормі внесення, але його рівень був у 4 рази нижчим за гігієнічний норматив (2,0 мг/кг).

Вивчення впливу фосфорного добрива з туніських фосфоритів на якість ґрунту при вирощуванні гречки на насіння проводилося в ПОП "Рось" Володарського району Київської області на чорноземі типовому мало гумусному.

Схема досліджу була наступна:

1. Контроль (без добрив)
2. P₄₅ (т.ф.)
3. N₄₅ P₄₅ (т.ф.)K₄₅
4. N₄₅ K₄₅
5. P₂₂₅(т.ф.)
6. P₂₂₅(а.ф.)

Рт.ф. — суперфосфат, виготовлений з туніських фосфоритів (поживні речовини 3 % N та 17%P₂O₅); Ра.ф. — суперфосфат, виготовлений з алжирських фосфоритів (поживні речовини 3% N та 20%P₂O₅); N₄₅ P₄₅ (т.ф.)K₄₅ — комплексне добриво.

Результати досліджень якості ґрунту при застосуванні суперфосфату з туніських фосфоритів та його аналогів подані в табл. 2.

Аналізуючи результати досліджень впливу суперфосфату амонізованого з туніських фосфоритів та його аналогів на якість ґрунту при вирощуванні гречки на насіння, слід зазначити, що рН (кисотно-лужна рівновага) знаходиться на рівні контрольних величин 7,41 з незначним коливанням на дослідних ділянках в інтервалі 7,19–7,56. Кількість нітратів у ґрунті помітно збільшується (в кілька разів) при застосуванні комплексного добрива N₄₅P₄₅(т.ф.)K₄₅ та амонізованих суперфосфатів P₂₂₅(т.ф.) і P₂₂₅(а.ф.) при 5-кратній нормі внесення. Щодо впливу умов досліджу на Pb, Cr та As, то суттєвих змін вмісту елементів у ґрунті не виявлено. Миш'як не визначався, загальний хром у ґрунті підвищувався до 18,0±2,8 мг/кг тільки при застосуванні 5-кратної норми внесення суперфосфату з туніських фосфоритів P₂₂₅(т.ф.).

Згідно з даними літератури [9], при вивченні впливу суперфосфату амонізованого з алжирських фосфоритів встановлено, що при нормі внесення

добрива 60 кг/га та 10-кратній нормі внесення 600 кг/га по фосфору вміст аміачного азоту та нітратів у ґрунті дослідних ділянок під зерновими культурами після внесення добрива (на початку вегетаційного періоду) збільшився в порівнянні з їх вмістом у ґрунті контрольних ділянок за рахунок азотистих сполук з амонізованим суперфосфатом. Характер перебігу процесів мінералізації органічного азоту у ґрунті дослідних ділянок підкреслює те, що процес нітрифікації проходить інтенсивно. Наприкінці вегетаційного періоду кількість аміачного азоту знаходилась на рівні контрольних величин. Це свідчить, що добриво не гальмувало процеси самоочищення ґрунту дослідних ділянок. Кількість нітратів наприкінці вегетаційного періоду значно підвищується у ґрунті дослідних ділянок в порівнянні з контролем, але не перевищувала ГДК — 130 мг/кг.

Авторами [9] були також проведені дослідження щодо встановлення забруднення ґрунту важкими металами. Дослідження не виявили перевищення гігієнічних нормативів вмісту Cu, Hg, Ni, Zn, As та F в орному шарі ґрунту.

Проведені дослідження на 3-х типах ґрунтів: дереново-підзолистому (зона Полісся), сірому лісовому пилувато-суглинковому (зона Північного лісостепу) та чорноземі типовому мало гумусному (зона Південного лісостепу) показали, що використання суперфосфату з туніських фосфоритів та їх аналогів не призводить до перевищення гігієнічних нормативів вмісту низки токсикантів (нітрати, Cd, Pb, Cr, As) у ґрунті. Спостерігається підвищення нітратів (50–60 мг/кг) порівняно з контролем при застосуванні комплексного добрива NPK, NK, тобто коли складовою частиною поживних речовин є азот. Але зазначені величини були в 2,2–2,6 разів нижчими від гігієнічного нормативу (130 мг/кг).

Застосування суперфосфату амонізованого та його аналогів відповідно до умов досліджень на трьох типах ґрунтів у двох ґрунтово-кліматичних зонах (Полісся, Лісостеп) не призвело до істотного підвищення вмісту Pb, Cr та As в орному шарі ґрунту.

На нашу думку, слід зупинитись окремо на важкому металі кадмію. В зоні Полісся, для ґрунтів якого

Таблиця 2

Вміст у ґрунті деяких токсикантів наприкінці вегетаційного періоду залежно від умов застосування суперфосфату амонізованого з туніських фосфоритів та його аналогів при вирощуванні гречки на насіння (n = 3)

Умови досліджу	Глибина відбору ґрунту, см	Вміст токсикантів, мг/кг				
		NO ₃ ⁻	Cd	Pb	Cr	As
Контроль (без добрив)	0–20	20,0±7,5	0,04±0,006	5,5±0,8	9,8±1,4	н.в.
P ₄₅ (т.ф.)	0–20	28,8±4,2	0,08±0,012	4,6±0,7	11,6±1,7	н.в.
N ₄₅ P ₄₅ (т.ф.)K ₄₅	0–20	60,5±9,1	0,06±0,009	3,8±0,6	9,2±1,4	н.в.
N ₄₅ K ₄₅	0–20	45,0±6,8	0,06±0,01	5,1±0,8	11,0±1,6	н.в.
P ₂₂₅ (т.ф.)	0–20	47,7±7,2	0,16±0,01	3,6±0,5	18,0±2,8	н.в.
P ₂₂₅ (а.ф.)	0–20	38,3±5,7	0,12±0,02	7,9±1,2	12,8±1,9	н.в.

ГДК металу становить 0,5 мг/кг з фоновою величиною 0,1 мг/кг, використання фосфорних та комплексних добрив з туніських фосфоритів викликає деяке підвищення вмісту у ґрунті цього металу в порівнянні з контролем. Особливо це помітно при внесенні 5-кратної норми. Ця ж тенденція зберігається, хоч і меншою мірою, і в зоні Лісостепу.

Використання суперфосфату амонізованого з туніських фосфоритів та його аналогів згідно з модельними дослідженнями в Лісостеповій зоні істотно не впливає на рН ґрунту. Застосування зазначених добрив в зоні Полісся N₆₀P₆₀(т.ф.)K₆₀ та P₃₀₀(т.ф.) призводить до підвищення величини рН.

Результати досліджень щодо вмісту токсикантів у картоплі подані в таблиці 3.

Аналізуючи результати досліджень, слід зазначити, що застосування амонізованого суперфосфату та його аналогів (N₆₀P₆₀(т.ф.)K₆₀; N₆₀K₆₀) призводить до збільшення вмісту нітратів в картоплі у 1,7–2,3 разів в порівнянні з контролем, однак який не перевищує гігієнічний норматив (120 мг/кг). Вміст нітратів, що сягає ГДК і навіть його перевищує, відмічається при використанні 5-кратних норм внесення амонізованого суперфосфату з алжирських (P₃₀₀(а.ф.)) та туніських (P₃₀₀(т.ф.)) фосфоритів. Вміст кадмію та миш'яку визначається тільки при застосуванні 5-кратних норм внесення P₃₀₀ (т.ф.) та P₃₀₀ (а.ф.), який не перевищує гігієнічних нормативів Cd і As в картоплі відповідно 0,03 та 0,2 мг/кг (згідно з Медико-біологічними вимогами та санітарними нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів. — М, 1990.

№ 5061-89 від 01.08.89 р.).

Аналізуючи вплив амонізованого суперфосфату з туніських фосфоритів та його аналогів на насіння гречки, встановлено, що використання зазначених добрив істотно не впливає на вміст токсикантів у даній рослинницькій продукції (табл. 4).

Вміст кадмію визначається тільки при 5-кратній нормі внесення суперфосфату з туніських та алжирських фосфоритів і відповідно становить 0,03 та 0,02 мг/кг (при ГДК = 0,1 мг/кг). При використанні насіння гречки для дитячого та дієтичного харчування гігієнічний норматив вмісту кадмію становить 0,03 мг/кг.

Згідно з даними літератури [9], вміст токсичних інгредієнтів (Pb, Cu, Cd, Cr, As) у вирощених культурах (ячмінь, пшениця, горох) при використанні амонізованого суперфосфату з алжирських фосфоритів не перевищував встановлених гігієнічних нормативів.

Отже, враховуючи вищевикладене, слід констатувати, що вирощена рослинницька продукція: картопля (норма внесення P₆₀(т.ф.)), насіння гречки (норма внесення P₄₅(т.ф.)) при використанні амонізованого суперфосфату з туніських фосфоритів є безпечною для здоров'я людини.

Відповідно до попередніх розрахунків та одержаних даних досліджень при проведенні державних випробувань та враховуючи рівень антропогенного забруднення довкілля важкими металами та іншими токсикантами, необхідно рекомендувати:

— при використанні суперфосфату амонізованого та інших фосфорних і комплексних добрив, ви-

Таблиця 3

Вміст деяких токсикантів у картоплі залежно від умов використання амонізованого суперфосфату з туніських фосфоритів та його аналогів (n = 3)

Умови досліджу	Вміст токсикантів, мг/кг				
	NO ₃ ⁻	Cd	Pb	Cr	As
Контроль (без добрив)	42,6±6,4	н.в.	н.в.	0,68±0,10	н.в.
P ₆₀ (т.ф.)	74,2±11,1	н.в.	н.в.	1,2±0,2	н.в.
N ₆₀ P ₆₀ (т.ф.)K ₆₀	100,0±21,9	н.в.	н.в.	0,9±0,1	н.в.
N ₆₀ K ₆₀	90,8±13,6	н.в.	н.в.	0,6±0,1	н.в.
P ₃₀₀ (т.ф.)	135,0±19,5	0,015±0,003	н.в.	1,5±0,2	0,07±0,01
P ₃₀₀ (а.ф.)	124,0±16,6	0,01±0,002	н.в.	1,6±0,2	0,08±0,01

Вміст деяких токсикантів у насінні гречки залежно від умов використання амонізованого суперфосфату з туніських фосфоритів та його аналогів (n = 3)

Умови досліджу	Вміст токсикантів, мг/кг				
	NO ₃ ⁻	Cd	Pb	Cr	As
Контроль (без добрив)	5,0±0,7	н.в	н.в	1,1±0,2	н.в
P ₄₅ (т.ф.)	6,5±0,9	н.в	н.в	1,7±0,3	н.в
N ₄₅ P ₄₅ (т.ф.)K ₄₅	8,8±1,3	н.в	н.в	1,7±0,3	н.в
N ₄₅ K ₄₅	7,4±1,1	н.в	н.в	1,4±0,2	н.в
P ₂₂₅ (т.ф.)	12,3±1,8	0,03	н.в	2,8±0,4	н.в
P ₂₂₅ (а.ф.)	14,1±2,1	0,02	н.в	2,1±0,3	н.в

роблених із закордонних фосфоритів (туніських, алжирських, марокканських, тощо) норма внесення добрив не повинна перевищувати 70 кг/га по P₂O₅.

- встановлення зазначеної норми внесення призведе до зниження надходження в ґрунт важких металів, природних радіонуклідів та інших токсикантів (фтору, миш'яку);
- з фосфорними добривами щорічно вноситься 3–4 г/га кадмію, інколи до 10 г/га. Враховуючи попереднє забруднення ґрунту цим елементом, слід рекомендувати, щоб потрапляння кадмію в ґрунт з добривами на території України не перевищувало 5 г/га.

Висновки

1. Відповідно до ГОСТ 12.1.007-76 мінеральне добриво амонізований суперфосфат (поживні речовини — 3 % азоту та 17 % ангідриду фосфору), вироблений з туніських фосфоритів, за гострою пероральною та перкутанною токсичністю слід віднести до малонебезпечних речовин (4 клас небезпечності), за інгаляційною — до помірно небез-

печних (3 клас небезпеки). Добриво не має шкірно-резорбтивного та подразнюючого впливу на шкіру, справляє слабоподразнюючу дію на слизову оболонку та має сенсibilізаційні властивості.

2. Безпечною нормою внесення амонізованого суперфосфату, виробленого з туніських фосфоритів, при вирощуванні картоплі є 60 кг/га, насіння гречки — 45 кг/га по P₂O₅.

3. При використанні фосфорних та комплексних добрив (NP, NPK, PK), вироблених із закордонних фосфоритів, норма внесення по P₂O₅ не повинна перевищувати 70 кг/га. Внесення кадмію з добривами у ґрунт на території України не повинно перевищувати 5 г/га. Зазначене враховано при державній реєстрації мінеральних добрив, вироблених із закордонних фосфоритів.

4. На підставі одержаних результатів державних випробувань нами рекомендовано мінеральне добриво амонізований суперфосфат, вироблений з туніських фосфоритів, до державної реєстрації в Україні для застосування при вирощуванні картоплі з безпечною нормою внесення до 60 кг/га, насіння гречки — до 45 кг/га по P₂O₅.

ЛІТЕРАТУРА

1. Агрономія: підручник / [за ред. М.М. Городнього]. –К.: ТОВ "Алефа", 2003. –778 с.
2. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. –М.: Агропромиздат, 1989. –142 с.
3. Беус А.А. Геохимия окружающей среды /А.А. Беус, Л.Н. Грабовская, Н.В.Тихонова. –М.: Надра, 1986. –176 с.
4. Химия тяжелых металлов, мышьяка и молибдена в почвах / [под ред. Н.Г. Зырина]. –М.: Московский университет, 1985. –208 с.
5. Мудрый И.В. Эколого-гигиенические аспекты загрязнения почвы кадмием / И.В. Мудрый // Гигиена и санитария. –2003, –№1. –С. 32–35.
6. Жеребна Л.О. Вплив високих рівнів забруднення свинцем та кадмієм чорноземів опідзолених і типових на надходження цих елементів у рослини ячменю і кукурудзи, урожай та його якість в умовах Лівобережного лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук / Л.О. Жеребна. –Харків, 2003.
7. Гончарук Е.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве: руководство / Е.И. Гончарук, Г.И. Сидоренко. –М.: Медицина, 1986. –320 с.
8. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. –М., 1982.
9. Гигиеническая оценка суперфосфатов, изготовленных на основе алжирских фосфоритов / О.И. Волощенко, Н.П. Вашкулат, Г.Я. Чегринцев [и др.] // Гигиена и санитария. –1999. –№5. –С. 18–20.
10. Карумидзе Р.В. Гигиеническое регламентирование применения суперфосфата в сельском хозяйстве: автореф. дисс. на соискание научной степени канд. мед. наук / Р.В. Карумидзе. –Киев, 1981.

Поступила 1.04.09