

УДК 504.5:546.48

С. О. Гунько

*Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара*

### **КАДМІЙ У ҐРУНТАХ м. ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬК**

Наведено дані щодо поширення кадмію у ґрунтах промислової, селитебної та рекреаційної частин м. Дніпродзержинськ. Згідно із класифікацією міських ґрунтів, на території міста визначено такі типи ґрунтів: власне урбаноземи, плантоземи, антропогенно-поверхнево-перетворені природні ґрунти та ристоземи. Проведено екологічну оцінку ґрунтів за вмістом кадмію, розглянуто проблему забруднення ґрунтового покриву міста як території з високим антропогенним навантаженням. У ґрунтовому покриві селитебної, промислової та рекреаційної підсистем м. Дніпродзержинськ уміст валової форми кадмію варіює в межах 0,6–10,5 мг/кг, а рухомої – 0,1–3,4 мг/кг ґрунту. Коефіцієнт варіації вмісту валової форми кадмію перебуває в межах 2–18 %, а рухомої – 5–20 %. Вміст валової форми кадмію у власне урбаноземах центру правобережжя міста перевищує ГДК удвічі, у східній, західній правого берега та лівобережній частинах м. Дніпродзержинськ перебуває в межах ГДК.

С. А. Гунько

*Днепрпетровский национальный университет им. Олесь Гончара*

### **КАДМИЙ В ПОЧВАХ г. ДНЕПРОДЗЕРЖИНСК**

Приведены данные о распространении кадмия в почвах промышленной, селитебной и рекреационной частей г. Днепродзержинск. Согласно классификации городских почв, на территории города определены следующие типы почв: собственно урбаноземы, плантоземи, антропогенно-поверхностно-преобразованные природные почвы и ристоземы. Проведена экологическая оценка почв по содержанию кадмия, рассмотрена проблема загрязнения почвенного покрова города как территории с высокой антропогенной нагрузкой. В почвенном покрове селитебной, промышленной и рекреационной подсистем г. Днепродзержинск содержание валовой формы кадмия варьирует в пределах 0,6–10,5 мг/кг, а подвижной – 0,1–3,4 мг/кг почвы. Содержание кадмия в собственно урбаноземах центра правобережья города превышает ПДК вдвое, в восточной и западной правого берега и левобережной частях г. Днепродзержинск находится в пределах ПДК.

S. A. Goon'ko

*Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University*

### **CADMIUM IN SOILS OF DNIPRODZERZHINSK**

Data on cadmium distribution in the soils of industrial, residential and recreational areas of Dniprodzerzhinsk city are presented. According to the classification of urban soils the following types of soils were identified in the city: urban soil proper, plantosol, anthropogenic-surface-transformed natural soil and lawn soil. We have made the estimation of cadmium content. The problem of soils contamination in the city with high anthropogenic load is discussed. The total cadmium content in the industrial, residential and recreational soils of Dniprodzerzhinsk varies within 0.6–10.5 mg/kg, but movable forms make 0.1–3.4 mg/kg of soil. Cadmium in the urban soil proper of the right-bank city surpasses the maximum permissible concentration (MPC) twice. At the same time the soils in the left-bank area and in the eastern and western areas of the right-bank were under MPC.

## Вступ

На п'ятій сесії Міжурядового форуму з хімічної безпеки, що відбулася в Будапешті у вересні 2006 року, схвалено заяву стосовно металів першого класу небезпеки (ртуть, свинець і кадмій) «Важкі метали: необхідність подальших глобальних дій?». У цьому документі зафіксовано вплив ртуті, свинцю та кадмію на навколишнє середовище та здоров'я людей у всьому світі. У ньому відмічено теперішні та майбутні міжнародні дії для зменшення ризиків, пов'язаних із надходженням ртуті, свинцю та кадмію до компонентів навколишнього середовища. Особливо відмічено роботу, що ведеться нині, програмами ЮНЕП за глобальною оцінкою кадмію та ртуті в компонентах навколишнього середовища. У документі підкреслюється необхідність дослідження впливу цих металів на здоров'я людей і стан навколишнього середовища на локальному, регіональному та глобальному рівнях із певним фокусом на потребах країн [10].

Оптимізація екологічної ситуації в Україні та окремих її регіонах, у тому числі в Дніпродзержинську, тісно пов'язана з переорієнтацією економічної та, насамперед, екологічної політики держави. Згідно з розпорядженням Президента України в м. Дніпродзержинськ протягом 2000–2004 рр. проведено еколого-економічний експеримент. Мета даного експерименту – вихід з екологічної кризи шляхом забезпечення для населення міста безпечного для життя та здоров'я довкілля [10].

У зв'язку з цим проведено моніторинг стану атмосферного повітря, питної води, води поверхневих водойм, але не досліджено ґрунтовий покрив міста. За результатами п'ятирічного еколого-економічного експерименту встановлено, що екологічний стан довкілля, а з ним і здоров'я населення в м. Дніпродзержинськ мають стійку тенденцію до погіршення [10]. Для отримання повніших даних щодо екологічного стану міста обов'язково необхідно проводити дослідження забруднення едафотопів, у тому числі такими поллютантами як кадмій.

Один із поширених видів антропогенного забруднення едафотопів – надходження до ґрунту важких металів. На відміну від хімічних елементів, що складають основну масу живої речовини (так званих макроелементів – вуглевод, кисень, водень, нітроген, сірка, фосфор, кальцій, натрій тощо), елементи, вміст яких в організмах дуже невеликий та складає  $10^{-3}$ – $10^{-12}$  %, отримали назву мікроелементів (слідових елементів). До останніх відносять кадмій, марганець, мідь, цинк, кобальт, нікель, йод, фтор, молібден тощо [5].

Починаючи з 1916 р. В. І. Вернадським розроблялось вчення про зв'язок між хімічним складом організмів і хімічним складом земної кори. У численних працях ученого показано, що середовище та організм нерозривно пов'язані загальною історією атомів хімічних елементів [1].

Геохімічні процеси, що безперервно відбуваються в земній корі, та еволюція хімічного складу організмів – процеси нерозривні. Життя, за В. І. Вернадським, не складає зовнішнього випадкового явища на земній поверхні, а як найщільніше пов'язане з будовою земної кори [2]. Вміст елементів у живій речовині пропорційний складу середовища існування організму з поправкою на розчинність сполук, що включають ці елементи, та наявність інших хімічних елементів [3]. У неживій природі для кадмію таким елементом є цинк [5].

Масовий процент кадмію земної кори складає  $5,0 \cdot 10^{-5}$  %. Кларк кадмію гранітного шару кори континентів складає  $9,0 \cdot 10^{-4}$  %. Кількість кадмію у ґрунтах у сотні раз нижча, ніж кількість цинку. Наприклад, співвідношення  $Zn : Cd$  у чорноземах

у середньому складає 1000 : 1 [5]. Гранично допустима концентрація кадмію для ґрунтів становить 1 мг/ кг ґрунту [7].

Таблиця 1

**Вміст валової форми кадмію ґрунтів колишнього СРСР (за О. Виноградовим, 1957)**

Назва ґрунтів	Вміст Cd, %
Тундрові	$1,0 \cdot 10^{-6}$ – $6,0 \cdot 10^{-6}$
Підзолисті	$1,0 \cdot 10^{-6}$ – $1,5 \cdot 10^{-5}$
Сірі лісові	$1,0 \cdot 10^{-6}$ – $7,0 \cdot 10^{-5}$
Чорноземи	$2,0 \cdot 10^{-6}$ – $1,3 \cdot 10^{-5}$
Каштанові, сіроземи	$1,0 \cdot 10^{-6}$ – $8,5 \cdot 10^{-6}$
Червоноземи	$1,0 \cdot 10^{-6}$

Поширення кадмію, як і інших важких металів, по поверхні ґрунту визначається багатьма чинниками. Воно залежить від особливостей джерел забруднення, метеорологічних особливостей регіону, геохімічних факторів ландшафту в цілому [15].

Токсичні метали вимагають особливої уваги. Вони наділені високою токсикологічною активністю, олігодинамічною дією, кумулятивними властивостями, наявністю специфічних, у тому числі вибіркових, ефектів впливу на організм людини. Основні джерела антропогенного надходження важких металів до природного середовища – теплові електростанції, металургійні та хімічні заводи, автотранспорт. У структурі промислового виробництва міста переважає металургія та обробка металу (67 %), хімічна галузь (18 %), виробництво коксу (5 %), машинобудування (2 %), виробництво будматеріалів, електроенергетики, деревообробна, харчова, легка і інші галузі промисловості. Технологічні процеси підприємств чорної та кольорової металургії не забезпечені надійними засобами очищення газових викидів, що спричинює сильне забруднення атмосфери навколо цих підприємств. Забруднена атмосфера в цьому випадку – головне джерело накопичення важких металів у ґрунті та рослинах [11].

Визначенням важких металів (мікроелементів) у ґрунтах і рослинах займалися багато дослідників в Україні та за кордоном [4; 7; 9; 24]. Вивчали поширення металів у окремих регіонах світу, СНД і України. У м. Дніпродзержинськ фрагментарно вивчали вміст важких металів у корененасиченому шарі ґрунтового покриву [10; 11; 17]. Велике значення кадмію як пріоритетного токсиканта вимагає постійних моніторингових досліджень.

Завдання даної роботи – оцінити особливості радіального та латерального розподілу елемента першого класу небезпеки кадмію у ґрунтах, дати екологічну оцінку ґрунтам за вмістом і поширенням кадмію в місті Дніпродзержинськ – промислового центрі Середнього Придніпров'я. Актуальність подібних досліджень зумовлена, насамперед, необхідністю зниження загрозливих екологічних наслідків забруднення ґрунтів важкими металами та оптимізації умов життя населення.

**Матеріал і методи досліджень**

Об'єкт досліджень – ґрунтовий покрив м. Дніпродзержинськ. Проби ґрунту відбирали з корененасиченого шару 0–50 см за загальноприйнятими методами в поліетиленові пакети для уникнення зайвого забруднення. Територія міста історично поділена на дві частини: правий та лівий берег р. Дніпро. Для повнішої характеристики вмісту кадмію у ґрунтовому покриві правобережна частина міста умовно поділена на підсистеми: східну, центральну та західну. Лівобережна частина не підлягала поділу, оскільки її територія незначна порівняно з усією площею м. Дніпродзержинськ. Застосовуючи системний підхід у дослідженнях, місто представили як систему, а селитебна, промислова та рекреаційна зони виступили підсистемами. При виконанні дослідження

застосовано методи статистичної обробки даних. Вміст кадмію визначали атомно-абсорбційним методом [16], визначення рухомих форм проводили в буферній амонійно-ацетатній витяжці ( $pH$  4,8).

### Результати та їх обговорення

Класифікаційна проблематика належить до найскладніших розділів ґрунтознавства. Вона – методологічна, філософська основа будь-якої науки. Ґрунтознавство як відносно молода наука постійно розвивається, а з її розвитком удосконалюється і класифікація ґрунтів [21; 22]. Тому кожному новому етапу розвитку ґрунтознавства відповідає якісно новий рівень вирішення класифікаційної проблематики, основу якої заклали В. В. Докучаєв [6] і М. М. Сибірцев [19]. На сьогодні є класифікації ґрунтів, розроблені відомими ґрунтознавцями світу, а також національні класифікації конкретних країн: Росії, США, Німеччини, Франції, Канади, Великобританії, Китаю, Японії, Індії тощо [21; 23].

На основі аналізу найвідоміших і вживаних класифікацій зроблено висновок [13; 14], що у жодній із них міським ґрунтам не приділено належної уваги й, у кращому випадку, їх визначення можливе лише на найвищих таксономічних рівнях. Це ускладнює діагностику та невиправдано спрощує сприйняття специфіки міських ґрунтів як особливих об'єктів дослідження ґрунтознавців. Уперше цій проблемі особливу увагу приділила М. М. Строганова [20]. Вона розробила оригінальну класифікацію ґрунтів і ґрунтоподібних тіл міських територій Росії. На підставі даної розробки доповнено міськими ґрунтами існуючу та новітню класифікацію ґрунтів України [13; 14; 22]. Запропонована екологічна класифікація природних, антропогенно- та антропогенно-перетворених ґрунтів [8] степової зони України базується на особливостях профільно-генетичної будови ґрунтових профілів як досить простого та об'єктивного підходу, а також на характері ґрунтовірних порід.

Треба відзначити, що вперше поняття «міські ґрунти» введено Bockheim (США) у 1974 році [25]. Міські ґрунти визначали як «ґрунтовий матеріал, який містить антропогенний шар несільськогосподарського походження потужністю понад 50 см, утворений шляхом перемішування, заповнення або забруднення поверхні землі на міських і приміських територіях». У подальшому це визначення отримало широке визнання та в незначній модифікації використовується у багатьох країнах світу [12].

За класифікацією М. М. Строганової [20], досліджувані ґрунти у зв'язку зі ступенем виразності антропогенного впливу можна віднести до таких типів. Ґрунти селищної частини міста належать до власне урбаноземів: ґрунтовий профіль складається з діагностичного горизонту «урбік» та серії діагностичних підгоризонтів, утворених своєрідним пилувато-гумусним субстратом різної потужності та якості з домішками сміття; можуть застилатися непроникним матеріалом – асфальтом, фундаментом, бетонними плитами, комунікаціями. Характеризуються відсутністю генетичних горизонтів до глибини 50 см і більше. Ґрунти промислової зони належать до плантоземів (від англ. *plant* – завод): ґрунти промислово-комунальних зон техногенно забруднені важкими металами та іншими токсичними речовинами. Ґрунти даної групи часто надмірно ущільнені, безструктурні, із включеннями токсичного неґрунтового матеріалу, що становить понад 20 %. Ґрунти рекреаційної зони належать до типу природних порушених (природно-антропогенних поверхнево-перетворених). Антропогенно-поверхнево-перетворені природні ґрунти містять діагностичний горизонт «урбік» потужністю менше 50 см і непорушену нижню частину профілю. Ґрунти лівобережжя намивні та належать до ристоземів (від англ. *restore*) – техногенні поверхневі

грунтоподібні утворення, грунтоподібні тіла, що складаються з малопотужного гумусового шару, шару торфо-компостної суміші або шару органічно-мінеральної речовини, нанесених на поверхню грунтоподібного субстрату [12].

Грунтовий покрив (власне урбаноземи, плантоземи, антропогенно-поверхнево-перетворені природні ґрунти та ристоземи) м. Дніпродзержинськ досліджено на вміст кадмію. У результаті виявлено (табл. 2), що вміст валової форми кадмію в урбаноземах найменший на лівобережжі (0,6 мг/кг), а в урбаноземах центру правобережжя складає 2,0 мг/кг (перевищення ГДК удвічі), у західній і східній частинах правого берега м. Дніпродзержинськ – 1,0 мг/кг (у межах ГДК). Максимальне значення вмісту кадмію у ґрунтах пояснюється тим, що селитебна підсистема центральної частини міста зазнає інтенсивних техногенних навантажень завдяки розташуванню поряд із промисловою зоною міста та особливостями рельєфу, що, у свою чергу, сприяє осіданню основних викидів промислових підприємств. Лівобережна частина вважається умовно чистою через значну віддаленість від основних джерел забруднювальних речовин. Коефіцієнт варіації для вмісту валової форми кадмію в селитебній підсистемі міста лежить в межах 2–18 % (у середньому – 11 %), рухомої форми – 7–17 % (у середньому – 12 %).

Плантоземи м. Дніпродзержинськ характеризується різноманітністю. Серед усіх обстежених територій найнижчий уміст кадмію зафіксований знову ж у плантоземах лівобережжя, а найвищий – у центрі та на сході правобережної частини міста, перевищення ГДК складає понад 10 разів (10,5 мг/кг). Значне перевищення вмісту кадмію у ґрунті пояснюється тим, що промислова підсистема розташована в центральній і східній частинах міста. Газопилові викиди підприємств і автотранспорту створюють потужні технічні потоки токсичних речовин на поверхні ґрунтів, спричинюючи їх забруднення. За даними Дніпропетровського обласного управління статистики, на 1 км<sup>2</sup> території Дніпродзержинська припадає 959,7 т викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря від різних джерел забруднення [11].

Таблиця 2

Концентрація кадмію (мг/кг ґрунту) у ґрунтах м. Дніпродзержинськ

Міська підсистема	Форма	Правобережжя			Лівобережжя
		захід	центр	схід	
Селітебна	валова	1,0 ± 0,1	2,0 ± 0,3	1,0 ± 0,2	0,6 ± 0,1
Промислова		5,8 ± 0,3	10,5 ± 0,5	10,5 ± 0,9	1,5 ± 0,2
Рекреаційна		1,5 ± 0,3	1,7 ± 0,2	1,4 ± 0,1	0,8 ± 0,1
Селітебна	рухома	0,3 ± 0,1	1,2 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,1 ± 0,01
Промислова		0,9 ± 0,2	0,9 ± 0,3	3,4 ± 0,5	0,6 ± 0,1
Рекреаційна		0,7 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,5 ± 0,1

Коефіцієнт варіації вмісту валової форми кадмію у промисловій зоні міста складає 5–18 % (у середньому – 11 %). Щодо коефіцієнта варіації для вмісту рухомої форми кадмію, то він становить 5–17 % (у середньому – 12 %).

Антропогенно-поверхнево-перетворені природні ґрунти визначаються таким вмістом кадмію: у лівобережній частині міста – 0,8 мг/кг (найнижчий), у центрі правобережної частини – 1,7 мг/кг (незначно перевищує ГДК). Забруднення ґрунтів кадмієм відбувається внаслідок осідання викидів промислових підприємств міста й автомобільного транспорту, вимивання шкідливих речовин із місць скупчення побутового сміття та промислових відходів. Коефіцієнт варіації вмісту валової форми кадмію в рекреаційній підсистемі міста складає 6–14 % (у середньому 9,5 %), коефіцієнт варіації для вмісту рухомої форми кадмію – 8–20 % (у середньому 16 %).

При оцінці забруднення ґрунтів необхідно проводити дослідження вмісту рухомих форм важких металів. За визначенням Перельмана [18], рухома форма являє собою такий стан хімічного елементу в гірських породах, ґрунтах і рудах, перебуваючи в якому елемент легко може переходити у розчин і мігрувати, тобто стає доступним для рослин. Уміст рухомих форм, виражений у відсотках від валового вмісту, становить показник, який дає змогу оцінити ступінь техногенного забруднення території. Для всієї селитебної зони міста (правобережжя та лівобережжя) частка рухомих форм кадмію від її валового вмісту варіює в межах 16,6–70,0 %, для промислової зони – 8,5–40,0 %, для рекреаційної зони – 23,5–62,5 %. У досліджених ґрунтових зразках частка рухомої форми кадмію коливається від 8,5 до 70 % від валового, що свідчить про техногенне походження цього елемента.

### Висновки

За класифікацією міських ґрунтів, на території Дніпродзержинська визначено такі типи ґрунтів: власне урбаноземи, плантоземи, антропогенно-поверхнево-перетворені природні ґрунти та ристоземи. У ґрунтовому покриві селитебної, промислової та рекреаційної підсистем міста вміст валової форми кадмію варіює в межах 0,6–10,5 мг/кг, рухомої – 0,1–3,4 мг/кг ґрунту. Коефіцієнт варіації вмісту валової форми кадмію складає 2–18 %, рухомої – 5–20 %.

Вміст валової форми кадмію у власне урбаноземах центру правобережжя міста перевищує ГДК удвічі, у східній, західній правого берега та лівобережній частинах м. Дніпродзержинськ перебуває в межах ГДК. У плантоземах міста відзначаються суттєві коливання вмісту кадмію. Отримані дані свідчать про вміст у ґрунтах лівобережної частини м. Дніпродзержинськ 1,5 мг/кг кадмію, у західній частині правобережжя – 5,8 мг/кг, надзвичайно високим вмістом кадмію характеризуються плантоземи центру та сходу правобережної частини міста (10,5 мг/кг). Антропогенно-поверхнево-перетворені природні ґрунти міста характеризуються незначним перевищенням ГДК кадмію (крім лівобережної частини, де вміст важкого металу складає 0,8 мг/кг ґрунту та перебуває в межах норми).

Показник вмісту рухомих форм, виражений у відсотках від валового вмісту, коливається від 8,5 до 70 %, що свідчить про техногенне надходження кадмію до ґрунтового покриву м. Дніпродзержинськ.

### Бібліографічні посилання

1. **Вернадский В. И.** Биосфера. – Л. : Наука, 1926. – 244 с.
2. **Вернадский В. И.** Избранные сочинения. – Т. 5–6. – М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1954–1960. – С. 17–23.
3. **Виноградов А. И.** Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – 296 с.
4. **Власюк П. А.** Биологические элементы в жизнедеятельности растений. – Рига : Зинатне, 1972. – 355 с.
5. **Войнар А. И.** Микроэлементы в живой природе. – М. : Высшая школа, 1962. – 90 с.
6. **Докучаев В. В.** Разбор главнейших почвенных классификаций. Естественно-историческая классификация русских почв. – М. : Географгиз, 1949. – 237 с.
7. **Жовинский Э. Я.** Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева. – К. : Наукова думка, 2002. – 213 с.
8. **Зонн С. В.** Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв / С. В. Зонн, А. П. Травлеев. – К. : Наукова думка, 1989. – 216 с.

9. **Кабата-Пендиас А.** Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 440 с.
10. **Клименко Т. К.** Біоекологічні особливості розподілу важких металів в урбосистемах промислового Дніпродзержинська: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д., 2007. – 19 с.
11. **Клименко Т. К.** Особливості розповсюдження важких металів у ґрунтах урбоєкосистем Придніпровського району (на прикладі м. Дніпродзержинськ) // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2004. – Вип. 12, т. 1. – С. 72–75.
12. **Медведєва О. В.** Досвід класифікації міських ґрунтів степової зони України // Ґрунтознавство. – 2004. – Т. 5, № 1–2. – С. 34–39.
13. **Мірзак О. В.** Досвід дослідження ґрунтів великих промислових центрів степової зони України (на прикладі м. Дніпропетровська) // Ґрунтознавство. – 2001. – Т. 1, № 1–2. – С. 87–92.
14. **Мірзак О. В.** Екологічні особливості едафотопів урбанізованих територій степової зони України (на прикладі м. Дніпропетровська): Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д., 2001. – 19 с.
15. **Мудрий И. В.** О возможном нарушении поверхностно активных веществ эколого-гигиенического равновесия в условиях комплексного антропогенного загрязнения окружающей среды (Обзор) // Гигиена и санитария. – 1995. – № 3. – С. 38.
16. **Обухов А. И.** Атомно-абсорбционный анализ в почвенно-биологических исследованиях / А. И. Обухов, И. О. Плеханова. – М. : МГУ, 1991. – 184 с.
17. **Пасічний Г. В.** Геоєкологічні моніторингові дослідження вмісту важких металів у ґрунтах техногенно змінених ландшафтів (на прикладі м. Дніпродзержинська) / Г. В. Пасічний, С. М. Сердюк // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Геологія. Географія. – 2002. – Вип.4. – С. 161–166.
18. **Перельман А. И.** Геохимия ландшафта. – М. : Высш. шк., 1975. – 344 с.
19. **Сибирцев Н. М.** Избранные сочинения. – М. : Сельхозгиз, 1951. – Т. 1. – 472 с.
20. **Строганова М. Н.** Городские почвы: генезис, систематика и экологическое значение (на примере г. Москвы): Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. – М., 1998. – 71с.
21. **Тихоненко Д. Г.** Класифікація ґрунтів. – Х. : Вид-во Харківського нац. аграрн. ун-ту ім. В. В. Докучаєва, 2009. – 59 с.
22. **Тихоненко Д. Г.** Агрогенне ґрунтоутворення і класифікація ґрунтів // Вісник Харківського нац. аграрн. ун-ту. Ґрунтознавство. – 2010. – № 5. – С. 5–10.
23. **Травлев А. П.** Материалы к номенклатуре и классификации лесных почв подзоны настоящих степей // Вопросы степного лесоведения. – Д. : Изд-во ДГУ, 1972. – Вып. 3. – С. 16–21.
24. **Цветкова Н. Н.** Особенности миграции органо-минеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах степной Украины. – Д. : Изд-во ДГУ, 1992. – 238 с.
25. **Hollis J. M.** The classification of soils in urban areas // Soils in Urban Environments. – Oxford, 1991. – P. 5–27.

*Надійшла до редколегії 24.04.2011*