

УДК 577.486:634.9

Н. М. Цветкова, А. О. Дубіна, С. М. Замліла

*Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара*

## **ВМІСТ І ПОШИРЕННЯ КУПРУМУ У ПРИРОДНИХ І АНТРОПОГЕННИХ ҐРУНТАХ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я**

Досліджено вміст і поширення *Сu* у природних і антропогенних ґрунтах степового Придніпров'я. Показано розбіжність між вмістом купруму у ґрунтах Присамар'я Дніпровського та промислових міст Придніпров'я. Встановлено, що максимальний вміст купруму – у ґрунтах промислових міст, мінімальний – у природних ґрунтах. Проведено порівняльний аналіз вмісту *Сu* у ґрунтах урбоекосистем із фоновим вмістом у ґрунтах України. Визначено, що вміст купруму у ґрунтах урбоекосистем перевищує фоновий.

Н. Н. Цветкова, А. А. Дубина, С. Н. Замлилая

*Днепрпетровский национальный университет им. Олеся Гончара*

## **СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ КУПРУМА В ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВАХ СТЕПНОГО ПРИДНЕПРОВЬЯ**

Исследовано содержание и распространение *Сu* в природных и антропогенных почвах степного Приднепровья. Показано различие между содержанием купрума в почвах Присамарья Днепровского и промышленных городов. Установлено, что максимальное содержание купрума – в почвах промышленных городов, минимальное – в естественных почвах. Проведен сравнительный анализ содержания *Сu* в почвах урбоэкосистем с фоновым содержанием в почвах Украины. Определено, что содержание купрума в почвах урбоэкосистем превышает фоновое.

N. N. Tsvetkova, A. A. Dubina, S. N. Zamlila

*Oles' Gonchar Dnipropetrovs'k National University*

## **COPPER CONTENT AND DISTRIBUTION IN NATURAL AND ANTHROPOGENIC SOILS OF STEPPE DNEIPER REGION**

The content and distribution of copper in natural and anthropogenic soils of steppe Dnieper region is studied. Differences between the copper contents in soils of Samara-river area and of industrial cities are presented. It is established that the maximal content of copper is in soils of industrial cities, the minimum – in natural soils. The comparative analysis of the copper content in soils of urban systems with the background content in soils of Ukraine is carried out. It is found, that the copper content in urban soils exceeds the background.

### **Вступ**

Дослідженню поширення мікроелементів у ґрунтовому профілі природних та антропогенних екосистем присвячено багато публікацій, але повного визначення їх кругообігу та балансу у ґрунті не досягнуто. Ґрунт – гетерогенна система, і кожний ґрунтовий профіль із добре розвинутими та нерозвинутими горизонтами має свої власні характеристики вмісту та переміщення мікроелементів. Серед групи інтенсивно досліджених мікроелементів, які потребують глибокого та поширеного вивчення, є купрум.

Купрум – метал помаранчево-червоного кольору [27]. Стійкий у сухому повітрі. За дії вологого повітря вкривається щільною зеленкувато-сірою плівкою основних вуглекислих солей. Темніє в атмосфері  $H_2S$ . При нагріванні у повітряній атмосфері до високих температур утворює червоний закис міді ( $Cu_2O$ ) і навіть чорний оксид ( $CuO$ ). Добре розчиняється у  $HNO_3$  і при нагріванні в концентрованій  $H_2SO_4$  із виділенням  $SO_2$ . У соляній кислоті та розведеній  $H_2SO_4$  не розчиняється. При доступі повітря повільно розчиняється в розчинах аміаку. Легко утворює сплави з багатьма металами. Галоїдні сполуки одновалентного купруму (сполуки закису міді) – білі дрібно-кристалеві порошки, не розчинні у воді, але легко розчинні в концентрованій соляній кислоті. Солі двовалентного купруму (сполуки оксиду купруму) – тверді кристалічні речовини: за наявності кристалізаційної води – синьо-блакитного кольору. У безводному стані мають різне забарвлення. Хлорний купрум – зеленого кольору. У воді розчинні оцтокислий, азотнокислий, сірчаноокислий і хлорний купрум; нерозчинні – фосфорнокислий, вуглекислий і оксид купруму. Бромний, хлорний і азотнокислий купрум на повітрі розплавляються. Сірчаноокислий купрум частково вивітряється. Усі сполуки купруму отруйні.

За даними А. Кабата-Пендіас і Х. Пендіас [12], межа фітотоксичності купруму – 100 мг/кг. Купрум – відносно малорухливий елемент у ґрунті. Середній вміст купруму у ґрунтах світу коливається в межах 6–60 мг/кг. Вмістом  $Cu$  у природних ґрунтах керують два головні чинники – материнська речовина та ґрунтоутвірні процеси [22]. Концентрація купруму у верхньому шарі ґрунту відображає або її акумуляцію, або сучасний антропогенний вплив на ґрунти. Дефіцит  $Cu$  у ґрунтах відбивається на фізіологічних процесах і на продуктивності рослин; надлишки купруму у ґрунті викликають хлороз і недоліки розвитку кореневої системи рослини.

У ґрунтах явище синергізму спостерігається за взаємодії  $Cu$  з  $Zn$ ; явище антагонізму – за взаємодії з  $Fe$ ,  $Mo$ ,  $Cr$ ; взаємодія купруму з  $Cd$ ,  $Ca$  буває як антагоністичною, так і синергічною.

В. В. Ковальський [13] розглядає природний непорушений ґрунт як динамічне депо хімічних елементів, у тому числі купруму, який перебуває у стані відносно рухомої рівноваги. У ґрунті, як у біокосній системі, переробляється гірська порода стосовно потреб життя.

У працях В. І. Вернадського [4], В. В. Добровольського [5], Н. Г. Зиріна [10], А. І. Перельмана [19] показано, що урбанізація в цілому, а техногенне забруднення зокрема, спричиняє насичення навколишнього середовища хімічними елементами. Н. Г. Зирін і Н. О. Чоботарьова [11] досліджували, в яких формах перебувають мікроелементи у ґрунтах. Ґрунти при цьому – найважливіший біогеохімічний бар'єр на шляху міграції забруднювальних речовин [3; 21; 30].

А. І. Перельман [19] зазначає, що для промислово розвинених міст характерне суцільне аномальне геохімічне поле складної будови. Є. П. Махонько, С. Г. Малахов та Г. К. Вертинська [21] вважають, що спостережуваний ефект – сума результатів дії різних джерел, розташованих на території промислових центрів. А. І. Обухов, А. А. Попова [17], Ю. Тютюнник, Н. Ткаченко [25], І. О. Плеханова [20] характеризують міські ґрунти дуже високою варіабельністю вмісту важких металів.

Це підкреслює необхідність виявлення закономірностей розподілу важких металів на міських територіях, хоча це і становить певні труднощі, пов'язані з тим, що окультурені ґрунти найчастіше формуються на насипному шарі привезеного родючого ґрунту; у районі новобудов великі площі займають ґрунти з домішкою будівельного сміття, на яких тільки починається формування нового ґрунтового профілю. Крім того,

грунти піддаються різним фізичним діям (підсіпання газонів, розкопування траншей, вирівнювання майданчиків тощо), у результаті дані можуть бути мало порівняні. Ретельне дослідження мікроелементного складу (важких металів) природних і антропогенних ґрунтів свідчить про те, що ґрунти в місті утворюються під впливом таких самих факторів ґрунтоутворення, що і зональні – при домінуючому антропогенному факторі.

Ґрунт як особливе природне тіло формується в результаті тісної взаємодії таких факторів як клімат, рослинність, тваринний світ, ґрунтовірні породи, рельєф і вік території [6; 7]. Однак розвиток міських екосистем, на відміну від природних, визначається не стільки природними процесами, скільки діяльністю людини. Тому в місті мають місце значні антропогенні зміни всіх факторів ґрунтоутворення [23].

С. В. Зонн і А. П. Травлєєв [9] відмічають, що настав період, коли ґрунти міста за своїм утворенням (але не природним генезисом) слід поділити на три великі групи:

1) природні – такі, що зберегли риси та властивості, зумовлені елементарними ґрунтовими процесами (ЕГП) і функціонують за неглибокого за потужністю впливу;

2) природно-антропогенні – змінені хімічними та механічними заходами в товщах від 30 до 60 см, а нижче – із залишковими природною будовою та ЕГП;

3) антропогенні – із ґрунтоподібними ознаками та ЕГП.

Нарешті, людиною утворено самостійний клас антропогенних ґрунтових субстратів. Такі ґрунтоподібні субстрати накладаються (приносяться іззовні) на відкриті виробками корінні породи.

Мета даної праці – оцінка вмісту та поширення купруму у природних та антропогенних ґрунтах Дніпропетровщини залежно від їх індивідуальних властивостей, місця розташування та особливостей джерел надходження купруму.

### **Матеріал і методи досліджень**

Об'єкти досліджень – природні ґрунти Присамарського міжнародного біосферного стаціонару ім. О. Л. Бельгарда: чорнозем звичайний (ПП 201), лучно-лісові ґрунти Самарської заплави (ПП 209), дерново-борові ґрунти аренних лісів Присамар'я (ПП 212) та ґрунти урбанізованих територій м. Дніпропетровськ і Дніпродзержинськ (урбоґрунти – природні та рекреаційні урбосистеми, урбанозем – селитебні урбосистеми, індастрізем – промислові урбосистеми, культурозем – штучні рекреаційні урбосистеми).

Розподіл ґрунтів міста на природні непорушені, природні порушені та штучно створені проводили за методикою, запропонованою М. М. Строгановою [24]. Із метою охоплення якомога більшої кількості різновидів міських ґрунтів пробні площі закладались у межах рекреаційної, селитебної та промислової зон міст. Як еталонні вибрано природні ґрунти генерального профілю Присамарського міжнародного біосферного стаціонару ім. О. Л. Бельгарда.

Дніпропетровськ займає площу 39,68 тис. га (55 % – забудована промислова та селитебна частина, 30 % – рекреаційні території, 15 % – водні поверхні). Населення складає 1,14 млн. чоловік [18]. У Дніпродзержинську площа міської території – 13,26 тис. га, населення – 284 тис. чол. [16; 29].

Обидва міста розташовані в середній течії Дніпра. Промисловий комплекс м. Дніпропетровськ та Дніпродзержинськ налічує відповідно 159 і 60 підприємств різного профілю. Кількість викидів в атмосферу в Дніпропетровську становить 393,3, у Дніпродзержинську – 959,7 т/км<sup>2</sup>.

Із відкриттям багатих покладів кам'яного вугілля та залізної руди (XIX – початок XX ст.) почався активний розвиток промислових підприємств цих міст, техногенний вплив безперервно зростав і почав викликати негативну реакцію природного середовища. Із середини XX ст. негативний вплив господарської діяльності людини досяг критичної межі та почав реально загрожувати здоров'ю нинішнього та майбутнього поколінь. Ослаблення промислового комплексу в даний час знижує навантаження на навколишнє середовище, але наслідки попереднього критичного тиску на середовище залишаються.

Сучасний рельєф правобережної та лівобережної частин Дніпродзержинська та Дніпропетровська належать до класу рівнин, пластово-денудаційних і акумулятивних, відповідно. Правобережна частина лежить на відрогах Придніпровської височини; поверхня хвиляста, розчленована ярами та балками. Лівобережна частина лежить на Придніпровській низовині, поверхня полого хвиляста [18].

Дніпропетровськ і Дніпродзержинськ розташовані переважно на чорноземах звичайних, малогумусних, важких і легких суглинках [2]. На досліджуваній території трапляються лучно-чорноземні, чорноземно-лучні ґрунти середньо- і легко-суглинистого складу, середньої засоленості; лучно-болотні та болотні, дернові піщані та супіщані ґрунти на давньоалювіальних відкладах, а також лучні та лучно-чорноземні ґрунти слабо- та середньосолонцюваті на алювіальних відкладах піщаного та супіщаного гранулометричного складу.

Цей природний ґрунтовий покрив на території м. Дніпропетровськ та Дніпродзержинськ зберігся лише на не порушених антропогенною діяльністю ділянках. Нові міські ґрунти різко відрізняються від природних своїм складом і властивостями. У міських ґрунтах ряд поживних речовин переходить із доступних форм у малодоступні для рослин сполуки, знижується ступінь насичення лугами, змінюється швидкість перетворення органічних речовин, порушується співвідношення між елементами живлення, зменшується буферність. Ґрунт швидко висихає, порушується його структура, зменшується кількість кальцію та зростає поглинання магнію, втрачається кальцій і азот нітратів [8].

Міські ґрунти часто складаються з гумусового субстрату різної потужності з домішкою побутового та будівельного сміття, іноді можуть бути застелені непроникним матеріалом (бетонними плитами, комунікаціями). Їх особливістю стає відсутність чітко виражених горизонтів, мозаїчний характер забарвлення, підвищена щільність, менша пористість, відсутність рослинності [15]. Для дослідження ґрунтового покриву м. Дніпропетровськ і Дніпродзержинськ на вміст і поширення купруму пробні площі закладали на ліво- та правобережжі міст у межах рекреаційної, селитебної та промислової зон. Вміст валових форм купруму в корененасиченому шарі ґрунтового покриву визначався емісійним і атомно-абсорбційним методами [28], фізико-хімічні властивості ґрунтів – за Є. В. Аринушкіною [1].

### Результати та їх обговорення

Вміст купруму, гумусу та фізичної глини,  $pH$  корененасиченого шару (0–50 см) ґрунтів Присамарського міжнародного біосферного стаціонару ім. О. Л. Бельгарда (табл. 1) свідчить про широку мінливість властивостей ґрунтів. Заплавний лучно-лісовий ґрунт характеризується збільшеним вмістом фракції фізичної глини ( $64,0 \pm 6,0\%$ ), багатий гумусом ( $7,4 \pm 1,6\%$ ), вміст купруму в ньому складає  $29,0 \pm 2,0$  мг/кг ґрунту. У чорноземі звичайному фракція фізичної глини – 61 %, вміст гумусу – 6 %,  $pH = 7,0$ ,

вміст купруму –  $8,0 \pm 3,8$  мг/кг ґрунту. Дерново-борові ґрунти містять  $5,5 \pm 0,5$  мг/кг купруму,  $pH = 6,1$ , вміст гумусу –  $1,6 \pm 1,1$  %.

За даними А. І. Перельмана [19], кларк купруму у ґрунті складає  $2 \cdot 10^{-3}$  %. Основні породи містять 0,01 %, осадові – 0,0057 % купруму. Більша частина купруму мігрує з глинистими частками. Можлива колоїдна міграція купруму; відомі колоїдні мідні мінерали. У різко відновних умовах відбувається утворення нерозчинних сполук купруму, а за дуже низьких величин окисно-відновного потенціалу утворюється самородна мідь.

Таблиця 1

**Вміст купруму, гумусу, фізичної глини та  $pH$  у ґрунтах (0–50 см)  
Присамарського міжнародного біосферного стаціонару ім. О. Л. Бельгарда**

№ пробної площі	Біогеоценоз	Назва ґрунту	Cu		Фракція фізичної глини, %	Гумус, %	$pH$ водне	Тип лісорослинних умов
			$\bar{C} \pm \Delta$ , мг/кг	V, %				
201	степова цілина	чорнозем звичайний	$8,0 \pm 3,8$	47,0	$61,0 \pm 2,0$	$6,0 \pm 1,0$	$7,0 \pm 0,1$	СГ <sub>0-1</sub>
209	природна заплавна діброва	лучно-лісовий ґрунт	$29,0 \pm 2,0$	15,0	$64,0 \pm 6,0$	$7,4 \pm 1,6$	$7,0 \pm 0,5$	СГ <sub>2</sub>
212	природний бір	дерново-борові ґрунти	$5,5 \pm 0,5$	22,0	$7,0 \pm 1,4$	$1,6 \pm 1,1$	$6,1 \pm 0,3$	П <sub>1</sub>

У районі Присамарського стаціонару природні ґрунти містять купруму від 5 до 29 мг/кг ґрунту. Вміст купруму корелює зі вмістом гумусу та фракцією фізичної глини у природних ґрунтах і не перевищує кларк. Низький вміст купруму в дерново-борових ґрунтах зумовлений незначним вмістом його у ґрунотвірній породі та дуже низьким вмістом у ґрунті гумусу.

Дослідження купруму у ґрунтах м. Дніпропетровськ і Дніпродзержинськ проводилось за схемою: промислова зона, селитебні райони та рекреаційні зони. Промислова зона м. Дніпропетровськ розміщена на правому та лівому берегах р. Дніпро. Для дослідження вмісту та поширення купруму у ґрунтах промислової зони взято проби ґрунту в центрі підприємств право- та лівобережної частини міста. На правому березі міста вибрано такі підприємства: ВАТ «Металургійний завод ім. Петровського», ВАТ «Дніпропетровський завод важкого машинобудування» (Дніпроважмаш), ВАТ «Дніпропетровський лакофарбовий завод»; ДП ВО «Південний машинобудівний завод ім. А. М. Макарова» (ПМЗ), ВАТ «Дніпрошина»; на лівому березі – Придніпровська теплоелектростанція ВАТ «Дніпроенерго»; ВАТ «Нижньодніпровський трубопрокатний завод ім. К. Лібкнехта»; ВАТ «Дніпропетровський металургійний завод ім. Комінтерну», ДП «Дніпропетровський вагоноремонтний завод ім. С. М. Кірова». Рекреаційна зона включала парки та сквери, селитебна – газони та зелені насадження поблизу різного роду житлових будов.

Купрум у корененасиченому шарі ґрунтів м. Дніпропетровськ рекреаційної та селитебної зони варіює в інтервалі 14–114 мг/кг. У ґрунтового покриві лівобережної частини м. Дніпропетровськ міститься 35–114 мг/кг купруму, у правобережній – 14–83 мг/кг (табл. 2). Результати дослідження порівнювали із фоновим умістом мікроелементів у ґрунтах України [26]. Фонові дані складають для Cu – 12,0 мг/кг. Тобто у селитебній та рекреаційній зоні м. Дніпропетровськ показники максимального вмісту купруму удев'ятеро більші фонових показників України і удвічі–вчетверо – ніж

у ґрунтах Присамарського стаціонару. Мінімальний вміст купруму у ґрунтах житлових масивів Парус і Червоний камінь (14–18 мг/кг).

Таблиця 2

**Вміст купруму, гумусу та pH ґрунтового покриву  
селитебної та рекреаційної зони м. Дніпропетровськ**

Частина міста	Зона	Місце відбору ґрунту	Cu		Гумус ( $\bar{c} \pm \Delta$ ), %	pH водне ( $\bar{c} \pm \Delta$ )
			$\bar{c} \pm \Delta$ , мг/кг	V, %		
Правобережжя	селитебна	вул. Героїв Сталінграда	31,0 ± 10,0	33	2,8 ± 1,0	7,4 ± 0,3
		вул. Робоча	36,0 ± 10,0	28	3,7 ± 0,4	6,8 ± 0,2
		обласна клінічна лікарня ім. Мечникова	26,0 ± 5,0	19	4,2 ± 0,9	7,6 ± 0,1
		бул. Слави	30,0 ± 6,0	20	1,8 ± 0,7	7,4 ± 0,1
		просп. Пушкіна	27,0 ± 6,0	22	4,1 ± 1,1	7,7 ± 0,1
		житлова забудова поблизу Південного машинобудівного заводу ім. Макарова (r = 3 км)	54,0 ± 8,0	15	2,8 ± 2,0	7,3 ± 0,4
		житлова забудова поблизу металургійного заводу ім. Петровського (r = 3 км)	83,0 ± 17,0	20	3,8 ± 0,4	6,9 ± 0,3
		просп. ім. Карла Маркса	63,0 ± 19,0	30	–	–
	рекреаційна	ж/м Перемога 1–6	61,0 ± 20,0	33	–	–
		пл. Жовтнева	27,0 ± 5,0	18	2,7 ± 0,8	7,4 ± 0,1
		парк ім. Т. Г. Шевченко	21,0 ± 7,0	33	3,5 ± 1,1	7,0 ± 0,2
		Червоноповстанська балка	22,0 ± 3,0	13	3,3 ± 1,2	7,3 ± 0,2
		ж/м Червоний камінь	14,0 ± 4,0	27	3,5 ± 0,3	7,5 ± 0,1
		ж/м Західний	27,0 ± 2,0	7	5,6 ± 0,6	7,5 ± 0,1
		ж/м Парус	18,0 ± 4,0	22	1,2 ± 0,3	6,5 ± 0,2
		зелена зона Південного машинобудівного заводу	37,0 ± 8,0	21	–	–
		парк ім. Глоби	36,0 ± 9,0	25	–	–
Лівобережжя	селитебна	о. Монастирський	46,0 ± 11,0	25	–	–
		Севастопольський парк	33,0 ± 7,0	20	–	–
		житлова забудова Нижньодніпровського трубопрокатного заводу ім. К. Лібкнехта (r = 3 км)	114,0 ± 26,0	21	–	–
		просп. ім. Газети «Правда»	44,0 ± 26,0	60	–	–
		житлова забудова металургійного заводу ім. Комінтерну (r = 3 км)	35,0 ± 9,0	25	–	–

У промисловій зоні діючих підприємств м. Дніпропетровськ уміст купруму значно вищий (табл. 3), ніж у ґрунтах рекреаційної та селитебної зон, у 8–22 рази перевищує фонові значення, варіює в межах 42–246 мг/кг ґрунту.

Ґрунтовий покрив території міста з найбільшим скупченням промислових підприємств та інтенсивним рухом транспорту характеризується найвищими концентраціями купруму. Найвищий рівень купруму (211–246 мг/кг) на території гігантів металургійної промисловості – металургійного заводу ім. Петровського, трубопрокатного заводу ім. В. І. Леніна, металургійного заводу ім. І. В. Бабушкіна. Нижча концентрація купруму у ґрунтах на території підприємств хімічної індустрії: лакофарбовий завод ім. М. В. Ломоносова, коксохімічний завод ім. М. І. Калініна (91–153 мг/кг). Достовірної кореляції вмісту купруму з гумусом ґрунту у ґрунтах промислового міста не виявлено. У ґрунтах на території машинобудівних підприємств (тепловозремонтного, електровозобудівного та комбайнового) кількість купруму набагато нижча (61–82 мг/кг). Ґрунтовий покрив Придніпровської теплоелектростанції містить купруму 63 мг/кг ґрунту.

У м. Дніпродзержинськ купрум досліджували у ґрунтах на території гігантів хімічної, металургійної та машинобудівної індустрії: Дніпродзержинське виробниче об'єднання «Азот», ВАТ «Дніпродзержинський коксохімічний завод» (ДКХЗ), ТОВ «Баглійський коксохімічний завод», ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Ф. Е. Дзержинського» (ДМК), Дніпродзержинський вагонобудівний і Дніпродзержинський цементний заводи, у ґрунтах селитебної та рекреаційної зон міста на лівому та правому березі р. Дніпро (табл. 4).

Таблиця 3

**Вміст купруму у ґрунтовому покриві промислової зони м. Дніпропетровськ ( $r = 1$  км)**

Частина міста	Промисловий центр (місце відбору зразків ґрунту)	Cu	
		$\bar{C} \pm \Delta$ , мг/кг	V, %
Правобережжя	Південний машинобудівний завод ім. А. М. Макарова	55,8 ± 15,3	27
	Трубопрокатний завод ім. В. І. Леніна	245,3 ± 46,9	19
	Металургійний завод ім. Петровського	246,5 ± 35,8	15
	Завод металоконструкцій ім. І. В. Бабушкіна	211,0 ± 41,0	19
	Дніпропетровський завод важкого машинобудування	191,0 ± 27,3	14
	Дніпропетровський лакофарбовий завод	91,0 ± 14,0	15
	Коксохімічний завод ім. М. І. Калініна	153,0 ± 31,0	20
	Тепловозремонтний завод	61,0 ± 14,7	24
	Електрозобудівний завод	82,0 ± 12,3	15
	ВАТ «Дніпрошина»	97,0 ± 12,5	13
Ліво-бережжя	Нижньодніпровський трубопрокатний завод ім. К. Лібкнехта	179,7 ± 23,1	13
	Дніпропетровський металургійний завод ім. Комінтерну	42,7 ± 8,2	19
	Придніпровська теплоелектростанція ВАТ «Дніпроенерго»	63,0 ± 11,3	18

Таблиця 4

**Вміст і поширення купруму у ґрунтах м. Дніпродзержинськ**

Частина міста	Зона	Місто відбору ґрунтів	Cu	
			$\bar{C} \pm \Delta$ , мг/кг	V, %
Правобережжя	промислова	Дніпровський металургійний комбінат ім. Ф. Е. Дзержинського	249,1 ± 46,4	18
		Дніпродзержинський коксохімічний завод	115,5 ± 31,0	27
		Баглійський коксохімічний завод	145,4 ± 27,2	19
		Придніпровський хімічний завод	72,0 ± 12,2	17
		ВАТ «Дніпроазот»	102,6 ± 31,1	31
		Дніпродзержинський цементний завод	147,7 ± 20,4	14
		«Дніпродзержинська ГЕС» ДАК «Укргідроенерго»	41,4 ± 7,2	17
	селитебна	житлова забудова, ВАТ «Дніпрококс» ( $r = 3$ км)	71,0 ± 3,0	4
		житлова забудова, ВАТ «Баглійкокс» ( $r = 3$ км)	129,1 ± 31,2	24
		житлова забудова, «Дніпроцемент» ( $r = 3$ км)	57,4 ± 7,2	12
		центр міста	71,2 ± 9,3	13
	рекреаційна	спорткомплекс «Перемога»	71,3 ± 3,1	4
		вул. Брестська	68,4 ± 8,2	11
вул. Стасова		57,3 ± 7,1	12	
Ліво-бережжя	селитебна	житлова забудова	45,0 ± 7,0	16
		гідропарк	49,2 ± 11,0	22
	рекреаційна	дачні забудови	31,0 ± 6,2	19

Гіганти індустрії м. Дніпродзержинськ переважно розташовані на правому березі р. Дніпро, а значна частина житлового фонду – на лівому. На правобережжі розміщено історичний центр, оточений промисловими підприємствами та житловими забудовами старої частини міста.

Вміст купруму у ґрунтовому покриві м. Дніпродзержинськ, як і в м. Дніпропетровськ, значно варіює (31–249 мг/кг ґрунту). Варіювання пов'язане з природними та антропогенними факторами. У ґрунтах центрів промислових підприємств кількість купруму максимальна (249 мг/кг), у рекреаційних і селитебних зонах вона зменшується. У ґрунтовому покриві селитебної зони правобережжя кількість купруму лежить у інтервалі 57–129 мг/кг ґрунту, у ґрунтах рекреаційної зони – 57–71 мг/кг. На формування концентрації купруму у ґрунтах лівобережжя впливають викиди промислових підприємств правобережжя. Мінімальна кількість купруму у ґрунтах лівобережної частини Дніпродзержинська (31 мг/кг) пояснюється відсутністю великих підприємств, гранулометричним складом ґрунтів і властивостями ґрунотвірної породи.

### Висновки

Мікроелементний склад (вміст важких металів, зокрема купруму) ґрунтового покриву промислових міст широко варіює та потребує моніторингових досліджень. Порівняльний аналіз вмісту купруму в ґрунтовому покриві м. Дніпропетровськ і Дніпродзержинськ показав, що кількісні розходження умісту купруму у ґрунті пов'язані з їх місцезнаходженням, специфікою виробництв та інтенсивністю загального забруднення середовища.

На розподіл купруму природних ґрунтів впливає фізична глина та кислотнолужні умови. В антропогенному ґрунтовому покриві кореляційний зв'язок купруму і гумусу порушується антропогенними факторами. У ґрунтах Дніпропетровська і Дніпродзержинська виявлено місця концентрації купруму, які значно перевищують фонові. Найбільшим рівнем вмісту купруму характеризуються ґрунти промислових урбоecosystem на території Дніпровського металургійного комбінату ім. Ф. Е. Дзержинського (249 мг/кг), мінімальним – ґрунти рекреаційних і селитебних зон м. Дніпродзержинськ (31 мг/кг) і Дніпропетровськ (14,0 мг/кг).

Рівні накопичення купруму у ґрунтах рекреаційних урбосистем залежать від розташування їх на території міста. Викиди розташованих поруч підприємств значно підвищують вміст купруму у ґрунтах рекреаційних і селитебних зон. Ґрунтовий покрив промислових міст – гетерогенна система. Незначні зміни цієї системи, її властивостей і складу призводять до великих змін у вмісті важких металів.

### Бібліографічні посилання

1. **Ариушкіна Е. В.** Руководство по химическому анализу почв. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 388 с.
2. **Бекаревич Е. Н.** Почвы Днепропетровской области / Е. Н. Бекаревич, Н. И. Левшина, М. А. Сонько // Почвы Днепропетровской области и пути их рационального использования. – Д. : Промінь, 1966. – С. 12–31.
3. **Блинов Б. К.** К оценке размеров зоны загрязнения почв тяжелыми металлами // Загрязнение атмосферы, почвы, природных вод и растительности. Труды ИЭМ. – М., 1983. – Вып. 11 (97). – С. 48–51.
4. **Вернадский В. И.** Очерки геохимии. – М. : Мысль, 1983. – 420 с.
5. **Добровольский В. В.** География микроэлементов: глобальное рассеяние. – М. : Мысль, 1983. – 272 с.
6. **Докучаев В. В.** Детальное естественно-историческое, физико-географическое и сельскохозяйственное исследование Санкт-Петербурга и его окрестностей // Сочинения. – М., 1953. – Т. 7. – 447 с.
7. **Докучаев В. В.** Русский чернозем: Отчет Вольн. экон. о-ва СПб., 1883; 2-е изд. – М. : Сельхозиздат, 1952. – 376 с.
8. **Долгова Л. Г.** Характеристика экотопов, находящихся под воздействием промышленного загрязнения // Биогеоценологические исследования лесов техногенных ландшафтов Украины. Труды Междунар. конф. – Д. : ДГУ, 1989. – С. 35–39.



9. **Зонн С. В.** Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв / С. В. Зонн, А. П. Травлев. – К. : Наукова думка, 1989. – 215 с.
10. **Зырин Н. Г.** Задачи и перспективы развития учения о микроэлементах в почвоведении // Биологическая роль микроэлементов. – М. : Наука, 1983. – С. 149–153.
11. **Зырин Н. Г.** К вопросу о формах соединений *Cu*, *Zn* и *Pb* и доступность их растениям / Н. Г. Зырин, Н. А. Чеботарева // Содержание и формы микроэлементов в почвах. – М. : Наука, 1979. – С. 30–37.
12. **Кабата-Пендиас А.** Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 426 с.
13. **Ковальский В. В.** Современные направления и задачи биогеохимии // Биологическая роль микроэлементов. – М. : Наука, 1983. – С. 3–17.
14. **Мірзак О. В.** Екологічні особливості едафотопів урбанізованих територій // Екологія та ноосферологія. – 2001. – Т. 10 № 1–2. – С. 71–81.
15. **Мірзак О. В.** Екологічні особливості едафотопів урбанізованих територій степової зони України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. 03.00.16. – Д. : ДНУ, 2002. – 19 с.
16. **Мороз П. И.** Пути оптимизации экологической среды современного промышленного города в степной зоне // Вопросы лесной биогеоценологии, экологии и охраны природы в степной зоне. – Самара, 1991. – С. 82–89.
17. **Обухов А. И.** Сезонная динамика и пространственная вариабельность содержания тяжелых металлов в почвах и почвенно-грунтовых водах / А. И. Обухов, А. А. Попова // Почвоведение. – 1992. – № 9. – С. 42–51.
18. **Павлов В. Л.** Экологический паспорт города Днепропетровска / В. Л. Павлов, Н. Н. Переметчик, Б. Е. Шевченко. – Д. : Арб, 1999. – 109 с.
19. **Перельман А. И.** Геохимия. – М. : Высшая школа, 1989. – С. 338–370.
20. **Плеханова И. О.** Содержание тяжелых металлов в почвах парков г. Москвы // Почвоведение. – 2000. – № 6. – С. 754–759.
21. **Пространственные** и временные параметры системы наблюдения и контроля за загрязнением почв тяжелыми металлами / Э. П. Маханько, С. Г. Малахов, Г. К. Вертинская, Л. В. Сатаева // Загрязнение почв и сопредельных сред токсикантами промышленного и сельскохозяйственного происхождения. Труды ИЭМ. – М., 1987. – Вып. 14 (129). – С. 85–90.
22. **Савицька О. В.** Ландшафтно-геохімічні умови міграції речовини в ґрунтах зелених насаджень м. Києва // Регіональні екологічні проблеми. Матер. наук.-практ. конф. – К., 2002. – С. 220–223.
23. **Соколовський О. М.** До питання про раціональну номенклатуру генетичних поземів у ґрунтах // Тр. науково-досл. кафедри ґрунтознавства. – Харків, 1930. – Т. 1. – С. 22–30.
24. **Строганова М. Н.** Городские почвы: опыт изучения и систематики (на примере почв юго-западной части г. Москвы) / М. Н. Строганова, М. Г. Агаркова // Почвоведение. – 1992. – № 7. – С. 16–24.
25. **Тютюник Ю.** Геохімічний вплив коксохімічного виробництва на навколишнє середовище / Ю. Тютюник, Н. Ткаченко // Ойкумена. Український екологічний вісник. – 1993. – № 1. – С. 77–83.
26. **Фононий** вміст мікроелементів у ґрунтах України / А. І. Фатеев, В. Я. Пашенко, С. А. Балюк та ін. / Під ред. А. І. Фатеева, Я. В. Пашенко. – Х., 2003. – 120 с.
27. **Химические** реактивы и препараты / Ред. В. И. Кузнецов. – М.-Л.: Гос. науч.-техн. изд-во хим. лит-ры, 1953. – 476 с.
28. **Цветкова Н. М.** Спектральний аналіз ґрунтів / Н. М. Цветкова, М. С. Якуба. – Д. : РВВ ДНУ, 2007. – 80 с.
29. **Швец В. Я.** Екологічні проблеми м. Дніпродзержинська / В. Я. Швець, А. А. Приходченко. – Дніпродзержинськ : Лазернекс, 1997. – 90 с.
30. **Экологические** почвенно-геохимические карты России: методология составления, содержание / М. Д. Богданова, И. П. Гаврилова, А. Н. Геннадиев и др. // Вестник Москов. ун-та. География. – 1996. – № 3. – С. 31–38.

*Надійшла до редакції 24.11.2009*