

**О. Г. Луцишин, академік НАН України В. Г. Радченко, Н. В. Палапа,
П. П. Яворовський, В. Я. Весна, Г. Л. Скрипник, О. М. Ковальова**

Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах Київського мегаполісу

У вуличних ґрунтах Київського мегаполісу в зоні зелених насаджень встановлені критичні відхилення фізико-хімічних показників від їх оптимальних значень, що характеризує їх як антропогенно і техногенно урбанізовані ґрунти, які є малопридатними для росту і розвитку рослин.

В умовах кризових рівнів техногенного забруднення в системі ґрунт—рослина та катастрофічного функціонального стану вуличних насаджень деревних рослин важливого значення набуває екологічний стан ґрунтів у зоні кореневої системи рослин [1, 2]. У Київському мегаполісі антропогенне порушення та техногенне забруднення ґрунтового покриву спричинило формування специфічної трансформованої урбопедосистеми, де фізико-хімічні властивості та хімічний склад ґрунтів модифікуються і ґрунт, як один з важливих біогеохімічних бар'єрів на шляху міграції фітотоксичних сполук, деградує і частково втрачає такі свої основні функції, як: забезпечення належного життєвого простору для ґрунтової біоти і рослинних організмів, формування захисного екрана для ґрунтової екосистеми, забезпечення груп біоти поживними речовинами і здатності до депонації та трансформації токсичних сполук у більш безпечні їх форми.

Дані наукових досліджень свідчать про те, що міське середовище надає ґрунтам нових, універсальних для мегаполісу характеристик [3, 4]. В умовах урбанізованого міського довкілля відбувається порушення і зниження природної структури ґрунтів, їх техногенне забруднення, переуцільнення та зменшення загальної пористості ґрунту, порушення процесів ґрунтоутворення.

У структурі сучасного ґрунтового покриву вулиць Києва, особливо в районах новобудов і вуличного будівництва, переважають штучні ґрунтоподібні утворення, які виникли внаслідок механічного перемішування привнесеного родючого шару ґрунту із залишками будівельного сміття (битої цегли, щебеню, бетону тощо). Такі урбоґрунти стають малопридатними та несприятливими для росту і розвитку рослин.

Зважаючи на те, що міські ґрунти Києва в зонах створення вуличних насаджень в основному є складними утвореннями природно-антропогенного походження, на які накладається дія техногенних токсичних чинників, нами були досліджені зміни фізико-хімічних властивостей техногенно модифікованих ґрунтів у зоні кореневої системи деревних рослин у різних районах міста, що були визначені як найбільш типові для право- і лівобережної частини столиці: Голосіївському (лісовий масив “Феофанія” як контрольний тест-об'єкт, просп. 40-річчя Жовтня та просп. Науки), Дніпровському (просп. Ю. Гагаріна, просп. Возз'єднання, вул. Будівельників), Печерському (вул. Івана Кудрі та вул. Кіквідзе), Шевченківському (міський парк ім. О. Пушкіна).

Об'єктом дослідження вибрані деревні рослини родини липові (Tiliaceae) виду липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill), родини кленові (Aceraceae) видів клена гостролистого (*Acer*

platanoides L.), несправжньоплатанового (*A. pseudoplatanus* L.), цукристого (*A. saccharinum* L.) та гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.), які найбільш поширені у вуличних насадженнях Києва (їх загальна питома вага становить 69,6%) [5].

Відбір зразків проводили в кінці липня, коли завершуються ростові процеси дерев. Ґрунт відбирали за методом змішаного зразка на глибині 0–50 см у зоні кореневої системи індивідуальних дерев, при цьому два відбори проводили з двох сторін дерева від автостради, третій — від тротуару. Для кожної тест-групи досліджених видів відбирали по десять дерев 25–35-річного віку.

Фізико-хімічні властивості ґрунту в умовах техногенного забруднення оцінювали за едафічними показниками: рН (сольова витяжка), вміст води, гумусу, легкогідролізованого азоту, Ca^{2+} і Mg^{2+} (рухома форма). Кислотність визначали потенціометричним методом, вміст гумусу — методом І. В. Тюріна, легкогідролізованого азоту — за Корнфільдом, Ca^{2+} і Mg^{2+} — трилонометричним методом, вологість ґрунту — за загальноприйнятою методикою [6].

Рівень техногенного забруднення в системі ґрунт — коріння аналізували за вмістом фітотоксичних елементів іонів Na^+ , Cl^- , Pb^{2+} і Cd^{2+} у рухомій формі: концентрацію Na^+ визначили полум'яним фотометричним методом на фотометрі Plapho-4, Cl^- — прискореним методом за Х. М. Починком [7], Pb^{2+} і Cd^{2+} — атомно-абсорбційним методом на приладі ААС-3. Коефіцієнт концентрації (K_c) елементів у ґрунті в зоні кореневої системи дерев вираховували як відношення $K_c = k_i/K_i$, де k_i — концентрація елементів у ґрунті в зоні кореневої системи дерев у вуличних насадженнях; K_i — концентрація елемента в ґрунті в зоні кореневої системи дерев контрольного тест-об'єкта [8].

Статистичну обробку даних проводили за стандартними методиками з використанням програми MS Excel з довірчою вірогідністю 0,95.

Діапазон варіації коефіцієнтів концентрації (K_c) катіонів (Na^+ , Pb^{2+} і Cd^{2+}) і аніонів (Cl^-) у ґрунтах в зоні кореневої системи у вуличних насадженнях різних видів дерев наведений у табл. 1. Величина K_c характеризує активність процесів вилугування при $K_c < 1$ і нагромадження при $K_c > 1$ катіонів і аніонів у ґрунтовому профілі при надмірних концентраціях цих елементів у довіллі міста. Межі коливань величини K_c залежать від фізичної і хімічної природи елемента, рівня техногенного забруднення ґрунту та видового складу деревних насаджень.

Таблиця 1. Величини коефіцієнтів концентрації (K_c) фітотоксичних елементів у ґрунтах в умовах техногенного забруднення м. Київ

Вид	Зона екомоніторингу (відбір)	K_c			
		Na	Cl	Pb	Cd
Гіркокаштан звичайний	Просп. Ю. Гагаріна	11,20	0,72	1,19	1,18
	Просп. Науки	16,70	0,83	5,71	1,67
Клен несправжньоплатановий	Вул. Кіквідзе	5,10	1,53	5,66	2,95
	Клен гостролистий	Просп. Возз'єднання	Сліди	1,80	6,21
Вул. Івана Кудрі		Сліди	1,07	3,22	2,21
Клен цукристий	Вул. Будівельників	20.03.08	28,55	—	—
		29.07.08	4,44	1,35	4,43
Липа серцелиста	Просп. 40-річчя Жовтня	14,22	0,97	5,88	5,50

Примітка: “—” — виміри не проводились.

Для аніонів Cl^- у ґрунтах у зоні кореневої системи гіркогоштана звичайного та липи серцелистої спостерігається перебіг процесу вилуговування (K_c коливається в межах 0,72–0,97), тоді як у зоні кореневої системи різних видів клена K_c коливається в діапазоні 1,07–1,80, що свідчить про їх низьку здатність накопичуватись у ґрунтах.

Більш висока здатність до накопичення в ґрунтах виявлена для катіонів важких металів Pb^{2+} ($K_c = 3,22 \div 6,21$); Cd^{2+} ($K_c = 1,18 \div 4,31$). При цьому діапазон величин K_c для Pb^{2+} переважно залежить від рівня забруднення ґрунтів довкілля свинцем ($K_c = 1,19$ при забрудненні ґрунту в зоні кореневої системи гіркогоштана звичайного 10,72 ГДК та $K_c = 5,71 \div 6,20$ при забрудненні ґрунту 40,24–51,35 ГДК), тоді як величина K_c для Cd^{2+} значно залежить від видового складу дерев у вуличних насадженнях ($K_c = 1,18 \div 1,67$ для гіркогоштана звичайного; $K_c = 2,21 \div 2,84$ для клена гостролистого; $K_c = 4,31$ для клена цукристого, $K_c = 5,50$ для липи серцелистої). Крім того, іони Cd^{2+} порівняно з Pb^{2+} характеризуються нижчою активністю міграції та інтенсивністю перерозподілу іонів у ґрунтовому профілі.

Найвищі величини K_c виявлені для катіонів Na^+ у ґрунтах зони кореневої системи різного видового складу дерев при різних рівнях техногенного забруднення. Отримані величини K_c для іонів Na^+ свідчать про їх високий ступінь нагромадження у ґрунтах та інтенсивність перерозподілу іонів у системі ґрунт–рослина, тобто високу активність міграції елемента [8]. Діапазон величин K_c залежить як від рівня забруднення ґрунту Na^+ , так і видового складу дерев. Якщо у літніх відборах ґрунту (23–26 липня) K_c становив для гіркогоштана звичайного 11,20–16,70, для липи серцелистої — 14,22, то для клена гостролистого концентрація Na^+ знаходилась на рівні слідових значень, внаслідок вимивання даного елемента дощовими водами та активним поглинанням фітомасою рослин (ступінь нагромадження Na^+ у корінні був вищим у 2,6–3,5 раза, у листках — досягав 12,6 раза, ніж у рослин контрольного тест-об'єкта). Високу активність міграції Na^+ встановлено також для клена цукристого: величина K_c у зоні кореневої системи у весінніх відборах ґрунту (20.03.08) дорівнювала 25,83, у літніх відборах (29.07.08) — 4,44.

Відомо, що надмірні концентрації фітотоксичних елементів (Na, Pb, Cd) порушують катіонно-аніонний баланс ґрунтового комплексу і впливають на едафічні показники ґрунту [9, 10].

Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах техногенного забруднення за едафічними показниками наведені в табл. 2.

З літературних даних відомо, що при зміні концентрації будь-якого елемента в урбопедосистемі обов'язково змінюється концентрація всіх інших елементів, що позначається на функціональному стані всієї урбоєкосистеми [11].

У міських ґрунтах спостерігається критичне відхилення фізико-хімічних показників від їх оптимальних значень за вмістом гумусу, легкогідролізованого азоту, Ca і Mg, вмісту вологи в ґрунті при зміні величини рН ґрунтового розчину.

Для ґрунтів у зоні вуличних деревних насаджень незалежно від місця розташування дерев і рівня нагромадження фітотоксичних елементів властивим є низький вміст гумусу (0,96–2,98%), який не досягає 3,0% навіть при внесенні під дерева природного ґрунту. За нормативними оцінками такі ґрунти належать до малогумусних [3]. При цьому процес гумусоутворення практично відсутній внаслідок того, що у вуличних зелених насадженнях опалі листки, дрібні гілочки та плоди прибираються і, таким чином, поповнення органічної складової ґрунту за їх рахунок не відбувається, що також характерно для значної частини паркових зелених насаджень. Це також є причиною низьких концентрацій легкогідролізо-

Таблиця 2. Едафічні показники ґрунту в зоні кореневої системи рослинних угруповань зелених зон м. Київ

Вид	Зона екомоніторингу (відбір)	pH (сольова витяжка)	Вміст вологи, %	Вміст гумусу, %	N(л/гідроліз.), мг/100 г	Ca ²⁺ , мг · екв/100 г	Mg ²⁺ , мг · екв/100 г
Липа серцелиста	Лісовий масив “Феофанія”	4,29 ± 0,52	18,44 ± 1,54	2,28 ± 0,41	10,47 ± 1,51	4,46 ± 1,03	2,06 ± 0,30
	Парк ім. О. Пушкіна	4,83 ± 0,53	10,80 ± 1,00	1,75 ± 0,27	7,82 ± 0,66	3,21 ± 0,31	0,94 ± 0,14
	Просп. 40-річчя Жовтня	6,90 ± 0,04	10,34 ± 0,82	2,75 ± 0,16	8,42 ± 2,33	5,10 ± 0,96	0,52 ± 0,06
Клен гостролистий	Лісовий масив “Феофанія”	4,43 ± 1,13	7,32 ± 2,00	0,97 ± 0,16	7,42 ± 1,29	3,98 ± 1,21	1,61 ± 0,60
	Вул. Івана Кудрі	7,30 ± 0,20	4,40 ± 0,90	0,96 ± 0,51	4,34 ± 1,57	5,33 ± 1,18	0,61 ± 0,14
	Просп. Возз’єднання	7,20 ± 0,14	7,16 ± 1,18	2,81 ± 1,31	8,99 ± 2,26	8,60 ± 1,96	1,25 ± 0,20
Клен несправжньо-платановий	Вул. Кіквідзе	7,28 ± 0,16	7,18 ± 1,22	1,45 ± 0,53	5,98 ± 1,27	6,65 ± 0,65	0,85 ± 0,23
Клен цукристий	Вул. Будівельників	7,36 ± 0,08	5,02 ± 1,50	2,25 ± 0,86	7,14 ± 0,94	7,23 ± 1,29	0,56 ± 0,06
Гірकोкаштан звичайний	Лісовий масив “Феофанія”	6,82 ± 0,06	7,45 ± 0,69	0,89 ± 0,14	6,92 ± 0,85	8,50 ± 0,65	1,26 ± 0,53
	Просп. Ю. Гагаріна	7,11 ± 0,09	8,55 ± 0,74	2,98 ± 0,15	11,75 ± 0,72	7,68 ± 0,29	0,83 ± 0,11
	Просп. Науки	7,53 ± 0,08	4,55 ± 0,38	1,03 ± 0,16	6,17 ± 0,96	4,95 ± 0,4	0,47 ± 0,06

ваного азоту в ґрунті в зоні кореневої системи різного видового складу деревних вуличних насаджень — 4,34–11,75 мг/100 г, що за нормативними оцінками вдвічі нижче оптимального значення (оптимум > 20,0 мг/100 г).

Особливо небезпечною є катастрофічно низька вологість ґрунту в зоні кореневої системи липи серцелистої (2007 р.) — 10,34–10,80%; різних видів клена (2008 р.) — 4,40–7,18%; гіркокаштана звичайного (2009 р.) — 4,55–8,55%, що є наслідком порушення агротехніки утримання дерев щодо проведення поливу за критичного рівня вологості в ґрунті. Вологість ґрунту в природній зоні лісового масиву “Феофанія” залежить від розташування дерев на території масиву та її рельєфу: на плато вона становить 18,44%, на схилі — 3,30%, біля підніжжя схилу — 15,96%.

Одним з основних показників зміни хімічного складу ґрунту в умовах техногенного забруднення є динаміка зміни кислотності ґрунтового розчину. рН-реакція ґрунтового розчину є узагальнюючим екологічним фактором, який характеризує поживний режим ґрунту і впливає на ріст і розвиток деревних рослин. Зміна рН на кислу чи лужну реакцію від оптимальної супроводжується пригніченням ростових процесів, при цьому таке пригнічення у лужному середовищі є сильнішим, ніж у кислому. Кожний вид дерев має інтервал показників рН ґрунту, оптимальний для його росту: для гіркокаштана звичайного — 6,0–6,5 (сольова витяжка), клена гостролистого — 6,1–6,3; різних видів липи — 4,7–5,7. Рівень рН > 6,7 у ґрунті вважається лужним [12].

З літературних даних відомо, що техногенна емісія порушує хімічний склад ґрунтового покриву і в першу чергу викликає підлугування ґрунтів, що не сприяє нормальному розвитку кореневої системи деревних рослин [13]. При зміні реакції ґрунтового комплексу рН від слабокислої до лужної міграційна здатність більшості елементів знижується, що сприяє максимальній депонації техногенних забруднень.

При кризових рівнях техногенного забруднення довкілля Київського мегаполісу спостерігається різке відхилення рН від оптимальних величин у напрямку лужної реакції ґрунтового розчину. Якщо рН ґрунтів у природній зоні лісового масиву “Феофанія” становить 4,29–4,43, а у зонах паркових насаджень — 4,83 (парк ім. Пушкіна) і 6,82 (парк “Феофанія”), то у вуличних насадженнях лужна реакція ґрунту досягає 7,53. При цьому нагромадження надмірних концентрацій фітотоксичних елементів, їх катіонів (Na^+ , Pb^{2+} , Cd^{2+}) та аніонів (Cl^-) по-різному впливає на перебіг процесу підлугування ґрунтового розчину. Нами встановлені позитивні кореляційні взаємозв'язки між концентрацією катіонів Pb^{2+} і Cd^{2+} у ґрунті та зміною рН ґрунтового розчину в зоні кореневої системи гіркокаштана звичайного та досліджених видів клена при значенні коефіцієнта Пірсона > 0,75 ($r = 0,75 \div 0,90$), тоді як кореляційна залежність між концентрацією аніонів Cl^- у ґрунті та величиною рН статистично слабка і недостовірна ($r = 0,27\text{--}0,52$) (рис. 1).

При визначенні кореляційної залежності між величиною рН та концентрацією катіонів Na^+ враховували вміст Na^+ у корінні, оскільки іони Na^+ мають найвищу міграційну активність та інтенсивно акумулюються корінням залежно від їх концентрації в ґрунті, що дає можливість виключити ймовірність нерівномірного вимивання цього елемента з ґрунту. Між величиною рН і концентрацією катіонів Na^+ у корінні встановлені достовірні кореляційні залежності при значенні коефіцієнта кореляції Пірсона 0,96.

Отже, при техногенному забрудненні ґрунтів у зоні кореневої системи різних видів деревних вуличних насаджень катіони Na^+ , Pb^{2+} і Cd^{2+} змінюють величину рН, збільшуючи лужну реакцію ґрунту, підвищують концентрацію ґрунтового розчину, що спричинює зростання осмотичного тиску і проявляється в рослинному організмі розвитком ефекту

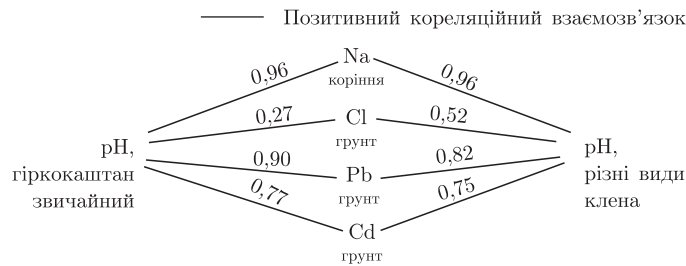


Рис. 1. Кореляційні взаємозв'язки між рівнем рН і вмістом фітотоксичних елементів у ґрунті та корінні. Наведені числові значення є величинами коефіцієнтів кореляції (r)

“фізіологічної посухи”. Крім того, при високих концентраціях катіони Na^+ здатні витіснити з ґрунтового поглинального комплексу в ґрунтовий розчин катіони Ca^+ і Mg^+ , тоді як для живлення рослин особливо важлива наявність у ґрунтовому розчині іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} та постійне їх поповнення. При дефіциті Ca^{2+} в першу чергу страждає коренева система: ріст коріння припиняється, не утворюються бокові корінці та фізіологічно активні кореневі волоски, корені ослизнюються і темніють. Крім того, іони Ca^{2+} виконують важливу роль у зміні спрямованості метаболічних процесів в організмі рослин в умовах дії стресових чинників як Са-сигнальна система, яка є тригор-ефектором, що перемикає метаболізм клітин на інший рівень і запускає механізми захисних та адаптивних процесів.

Високий чи низький вміст Са у ґрунті спричиняє зміни хімічних і фізичних властивостей ґрунтового комплексу. При високій концентрації іонів Ca^{2+} ґрунт набуває лужної реакції, тоді як при низькій — переважає кисла реакція.

В умовах, що склалися на сьогодні в Києві, вміст рухомої форми Ca^{2+} у ґрунтах вуличних зелених насаджень вищий (4,94–8,60 мг · екв/100 г), ніж у ґрунтах лісового масиву “Феофанія” та парку ім. О. Пушкіна (3,21–4,46 мг · екв/100 г), за винятком паркових насаджень гіркокаштана звичайного, де ґрунт переважно суглинистий з домішками матеріалів неґрунтового походження (див. табл. 2.).

Концентрація Mg^{2+} у ґрунтах значно менша, ніж Ca^{2+} . Особливо бідні на них сильно опідзолені кислі ґрунти легкого механічного складу. Іони Mg^{2+} є важливими для росту і розвитку рослинного організму, як і іони Ca^{2+} . Магній входить до складу молекули хлорофілу і безпосередньо бере участь у процесі фотосинтезу. При його нестачі розвивається хлороз листків, ріст рослин уповільнюється.

У міських ґрунтах у зоні вуличних деревних насаджень спостерігається зниження концентрації іонів Mg^{2+} відносно природної зони більш ніж утричі, залежно від видового складу дерев та їх місця розташування вздовж автотраси. Характерно, що концентрація рухомої форми Mg^{2+} у ґрунті вуличних насаджень корелює з високими дозами токсичного забруднення: чим вищий рівень техногенного забруднення, тим нижча концентрація іонів Mg^{2+} у ґрунті, яка може досягти критичних рівнів, несприятливих для росту і розвитку рослин.

Крім того, з літературних даних відомо, що магній є антагоністом важких металів, у тому числі кадмію. При дослідженні природи антагонізму між іонами Mg^{2+} і Cd^{2+} виявлено, що в присутності високих концентрацій Mg^{2+} у поживному середовищі токсичність кадмію нівелюється і, навпаки, при високих концентраціях іонів Cd^{2+} концентрація Mg^{2+} знижується: чим нижча концентрація Mg^{2+} , тим сильніше проявляється токсичність іонів Cd^{2+} [14].

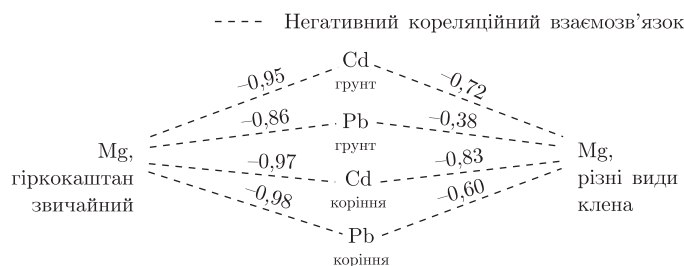


Рис. 2. Кореляційні взаємозв'язки між вмістом Mg і важких металів у ґрунті та корінні. Наведені числові значення є величинами коефіцієнтів кореляції (r)

Аналіз кореляційних залежностей між вмістом Mg та важких елементів (Pb і Cd) у ґрунтах у зоні вуличних насаджень свідчить про антагонізм цих елементів (рис. 2). Негативні кореляційні залежності між Mg і Cd для ґрунтів і коріння різних видів клена та гіркокаштана звичайного належать до статистично сильних взаємозв'язків і підтверджують виявлену закономірність: при надмірних рівнях забруднення ґрунтів Cd^{2+} вміст іонів Mg^{2+} знижується і при зниженні концентрації Mg^{2+} у ґрунті зростає поглинання Cd^{2+} корінням.

Такої чіткої закономірності не виявлено в системі Mg–Pb у ґрунтах і корінні для різних видів клена, де негативний кореляційний взаємозв'язок статистично більш слабкий.

Таким чином, у міських ґрунтах столиці в зоні зелених насаджень виявлені критичні відхилення фізико-хімічних показників від їх оптимальних значень, що характеризує їх як антропогенно і техногенно урбанізовані ґрунти, які є малоприсадибними для росту і розвитку деревних рослинних насаджень.

1. Луцишин О. Г., Радченко В. Г., Палапа Н. В., Яворовський П. П. Моніторинг забруднення систем ґрунт–рослина фітотоксичними елементами в зелених зонах м. Київ // Доп. НАН України. – 2010. – № 2. – С. 194–199.
2. Луцишин О. Г., Радченко В. Г., Палапа Н. В., Яворовський П. П. Макроморфологічні зміни реакції-відповіді рослинних організмів деревних вуличних насаджень Київського мегаполісу при стресових рівнях техногенного забруднення // Там само. – 2010. – № 6. – С. 180–187.
3. Вовк О. Б. Особливості ґрунтового моніторингу в умовах міста (на прикладі м. Львова) // Екологія та ноосферологія. – 2007. – 18, № 1–2. – С. 57–63.
4. Мірзак О. В. Фізичні параметри міських ґрунтів (на прикладі міста Дніпропетровська) // Там само. – 1999. – 6, № 1–2. – С. 208–211.
5. Левон Ф. М. Вуличні насадження Києва: сучасний стан, шляхи оптимізації // Наук. вісн. НАУ: Лісівництво. – 1999. – № 20. – С. 109–118.
6. Методическое пособие по аналитическим работам для агрохимической службы Украинской ССР. – Киев, 1989. – Ч. 1. – 118 с.
7. Починюк Х. М. Методи біохімічного аналізу рослин. – Киев: Наук. думка, 1976. – 334 с.
8. Патица В. П., Макаренко Н. А., Моклячук Л. І. та ін. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів. – Київ: Основа, 2005. – 297 с.
9. Илькун Г. М. Загрязнители атмосферы и растения. – Киев: Наук. думка, 1978. – 274 с.
10. Жицька Л. І. Дослідження впливу важких металів на едафотопи урбосистеми міста Черкаси // Еколого-економічні, правові та соціальні аспекти охорони навколишнього середовища. – Полтава, 2007. – С. 98–100.
11. Горбань В. А. Співвідношення екологічних функцій ґрунтів та їх екологічних властивостей // Ґрунтознавство. – 2008. – 9, № 1–2 (12). – С. 124–127.
12. Иванов А. Ф. Рост древесных растений и кислотность почв. – Минск: Наука и техника, 1970. – 216 с.
13. Волоциньська С. С. Рослини як біоіндикатори техногенного пресу на екосистеми м. Ковеля // Наук. вісн. Чернівецьк. ун-ту. Біологія. – 2008. – Вип. 417. – С. 168–173.

14. Laborey Fr., Lavollay M. I. Sur la nature des antagonismes responsables de l'interaction des ions Mg^{++} , Cd^{++} et Zn^{++} dans la croissance d'*Aspergillus niger* // Comptes Rendus de séances de l'Académie des sciences. Série D. – 1973. – 276. – P. 529–532.

*Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття
мегаполісу НАН України, Київ*

Надійшло до редакції 09.06.2010

O. G. Lutsyshyn, Academician of the NAS of Ukraine **V. G. Radchenko**,
N. V. Palapa, **P. P. Yavorovskiy**, **V. Ya. Vesna**, **G. L. Skrypnyk**,
O. M. Koval'ova

Physical and chemical properties of soils under conditions of the Kyiv megalopolis

In street soils of the Kyiv megalopolis in the area of green planting, critical deviations of physical and chemical indices from their optimal values are found, which characterizes them as anthropogenically and technogenically urbanized soils of little use for the growth and development of plants.